云南省普通高等学校“十二五”规划教材

小粒种咖啡加工技术

鲍晓华　董维多 / 主编

Processing Technology of *Arabica Coffee*



说　明

本书电子版仅提供给高校任课教师使用，如有任课教师需要本书课件或其他相关教学资料，请联系北京大学出版社客服，微信手机同号：15600139606，扫下面二维码可直接联系。

由于教材版权所限，仅限任课教师索取，谢谢！



内 容 简 介

本书着重阐述小粒种咖啡加工的基础理论、基本知识，体现小粒种咖啡加工的特点及小粒种咖啡的研究进展。全书共分8章，从实用目的出发，讲述了小粒种咖啡的采收、初加工、精制加工，风味小粒种咖啡加工及小粒种咖啡副产品综合利用的工艺流程、操作及操作注意事项；并对用到的机器设备、设施的组成、工作原理、维护保养进行了描述；为与绿色经济发展相吻合，对小粒种咖啡加工的卫生要求管理进行了描述；对加工过程中不合格咖啡豆产生的原因进行了分析；而且对小粒种咖啡加工厂的布局规划进行了描述。本书既有小粒种咖啡加工理论和技术内容，又涉及小粒种咖啡加工中具体的生产实践问题，理论与实践有机结合。

本书可作为普通高等院校咖啡生产技术专业及相近专业的教材，也可作为相关职业培训机构的教材，还可供技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

小粒种咖啡加工技术/鲍晓华，董维多主编. —北京：北京大学出版社，2020.7
ISBN 978-7-301-30099-2

Ⅰ. ①小…　Ⅱ. ①鲍…　②董…　Ⅲ. ①咖啡—食品加工　Ⅳ. ①TS273

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第274490号

书　　名　小粒种咖啡加工技术
XIAOLIZHONG KAFEI JIAGONG JISHU
著作责任者　鲍晓华　董维多　主编
策 划 编 辑　李　虎
责 任 编 辑　黄红珍
数 字 编 辑　陈颖颖
标 准 书 号　ISBN 978-7-301-30099-2
出 版 发 行　北京大学出版社
地　　址　北京市海淀区成府路205号　100871
网　　址　http://www.pup.cn　新浪微博：@北京大学出版社
电 子 信 箱　pup_6@163.com
电　　话　邮购部010-62752015　发行部010-62750672　编辑部010-62750667
印 刷 者
经 销 者　新华书店
787毫米×1092毫米　16开本　19.5印张　480千字
2020年7月第1版　2020年7月第1次印刷
定　　价　55.00元

序

咖啡最早以舶来品形式传入中国，一直是时尚、小资的代名词，被看作比较神秘的饮品。随着国内经济的快速发展及中外文化的不断交融，咖啡在国内被更多人认识、接受，并且常给我们的生活带来一丝惬意。

云南是中国最大的咖啡产区，独特的高原地理优势及自然环境造就了云南咖啡香而不苦、浓而不烈的品质。同时，也吸引了众多国际咖啡企业进驻云南，这是我们喜闻乐见的。自 1998 年从美国回国后，我就投身于国内咖啡事业，在普洱、西双版纳开始了咖啡的种植，从咖啡育苗到定植栽培，从初加工到精深烘焙，每一步，都凝聚着我和我的团队不懈的坚持。

而在普洱，这个以茶闻名于世的地方，咖啡已成为新的宠儿，越来越多的农民、企业加入咖啡产业。在云南，人们长期种植茶叶、烟草等作物，故在咖啡的种植、加工、管理等方面缺乏经验，这使得咖啡质量不稳定，对云南咖啡产业的可持续发展造成了隐患。如何为咖啡从业者提供科学、有效的指导显得尤为重要与紧迫。

恰在此时，我的同学鲍晓华编撰了《小粒种咖啡加工技术》一书，该书结合云南省咖啡产业实际情况，对咖啡的采收、加工等环节给出了科学的技术指导，对规范国内咖啡加工、稳定咖啡质量有着现实而深远的意义。同时，随着国内咖啡产销量的不断增加，亟需培养一大批熟悉咖啡加工工艺、原理，并掌握咖啡设备操作、维护、保养的技术人才。该书的出版，对培养咖啡采收人员、初加工人员、精深加工人员和综合技术人才有着长远意义。

云南爱伲农牧（集团）有限公司董事长　刘明辉

2019 年 8 月

前　言

本书是小粒种咖啡生产与加工中的加工分册。本书以立足于服务地方经济，培养技能型、应用型人才为宗旨，通过图文，着重阐述了小粒种咖啡加工的基础理论、基本知识，力求体现小粒种咖啡加工的特点和小粒种咖啡的研究进展。

小粒种咖啡生豆通过精深加工成烘焙豆、烘焙粉、速溶咖啡粉等产品后，其价值可提高5～6倍；云南小粒种咖啡要有美好的未来，就必须在产品加工上下功夫，这就需要大量的小粒种咖啡加工专业技术人才，迫切需要小粒种咖啡加工方面的图书出版。

全书分8章，从实用目的出发，讲述了小粒种咖啡的初加工、精制加工，风味小粒种咖啡加工及小粒种咖啡副产品综合利用的工艺流程、操作及操作注意事项；并对用到的机器设备、设施的组成、工作原理、维护保养进行了描述；为与绿色经济发展相吻合，对小粒种咖啡加工的卫生要求管理进行了描述；对加工过程中不合格咖啡豆产生的原因进行了分析；并对小粒种咖啡加工厂的布局规划进行了描述；为了更直观、清楚地表达，采用了100多张图片，使内容图文并茂，简明易懂。本书既有小粒种咖啡加工理论和技术内容，又涉及小粒种咖啡加工中具体的生产实践问题，努力做到理论与实践有机结合。本书的特点是既有理论阐述，又有生产描述；具有科学性、实用性、可操作性；既可作为教材，又可作为小粒种咖啡加工从业者的参考用书。

本书由鲍晓华、董维多担任主编，具体编写分工如下：第一章和第五章由鲍晓华、林珊、杨瑞娟编写，第二章和第三章的机械内容由董维多编写，加工内容由鲍晓华编写，第四、六、七、八章由鲍晓华编写。全书的统稿工作由鲍晓华负责。

本书由云南爱伲农牧（集团）有限公司董事长刘明辉和力神速溶咖啡厂生产技术科长符冠全审阅，他们对本书提出了非常宝贵的意见，在此谨表示诚挚的谢意。

由于本书针对的是小粒种咖啡加工，这方面的图书和文献较少，书中疏漏和不妥之处在所难免，衷心期待诸位同仁和读者的指正。

编　者

2019年10月

目　　录

第一章　绪　　论

学习目标

1. 了解咖啡的起源。
2. 了解咖啡三大原生种的特点及种植条件。
3. 了解咖啡的分布。
4. 了解我国咖啡的生产现状。
5. 熟悉世界知名的埃塞俄比亚咖啡。

咖啡是世界著名三大饮料（咖啡、可可、茶叶）之一，也是世界上最大宗的热带食品原料之一，是国际贸易中仅次于石油的第二大原料型产品。中国咖啡消费保持着30%以上的年增长率，而世界咖啡消费年增长率仅为6%，中国已经成为拉动全球咖啡消费的重要“引擎”。

第一节　咖啡起源、种植和分布

一、咖啡的几种起源之说

“咖啡”一词源自希腊语“Kaweh”，意思是“力量与热情”。咖啡树和咖啡食用的起源地公认为非洲，但具体地区说法不一，多数人认为在东非的文明古国埃塞俄比亚。尽管现在还没有从科学上完全弄清咖啡的原产地，但大家普遍相信，咖啡起源于这一带的咖珐（Kaffa）、布娜（Buna）等地区，该地区至今仍留存不少咖啡古树，据说英语中咖啡（Coffee）这个词也源于咖珐（Kaffa）这个地名。咖啡在早期被称为“Jasminum arabicum laurifolia”，后来著名植物分类学家林奈将其命名为“Coffea arabica L.”。

关于咖啡的起源有牧羊人的故事和雪克·欧玛的故事。牧羊人的故事是根据罗马一位语言学家罗士德·奈洛伊（1613—1707）的记载。大约在公元6世纪，有位阿拉伯牧羊人卡尔代在某日赶羊到伊索比亚草原放牧，山羊在一丛灌木吃过东西后很快变得焦躁不安，兴奋不已，他觉得很奇怪，后来经过细心观察，发现这些羊是吃了一种红色果实才兴奋不已的。卡尔代好奇地尝了一些，发觉这些果实非常香甜美味，食后自己也变得非常兴奋，不由得手舞足蹈起来。从此他就时常赶着羊群去吃这种美味的果实。后来，卡尔代把这件事报告给一位修道士，这位修道士将一些浆果煮熟，然后提炼出一种味苦、劲足的、能驱赶困倦和睡意的饮料，并分给其他教友喝，这种红色果实的神奇效力也就因此流传开来，据说红色果实就是咖啡。

雪克·欧玛的故事也是传说。阿拉伯半岛上的守护圣徒雪克·卡尔第的弟子雪克·欧玛在摩卡是很受人民尊敬及爱戴的酋长，但因犯罪被族人驱逐。雪克·欧玛被流放到该国的俄萨姆。在1258年的一天，雪克·欧玛饥肠辘辘的在山林中走着，看见枝头上羽毛奇特的小鸟在啄食树上的红色果实后，发出极为悦耳婉转的啼叫声；他将此果实带回居住地并加水熬煮，不料竟发出浓郁诱人的香味，饮用后原本疲惫的感觉也随之消除，神清气爽。雪克·欧玛便采集了许多这种神奇的果实，遇见有人生病时，就将果实做成汤汁给他们饮用，生病之人喝后就恢复了精神。由于他四处行善，受到信徒的喜爱，不久他被赦免，回到摩卡。他因发现这种果实而受到礼赞，人们推崇他为圣者。当时神奇的红色果实，据说就是咖啡。

人们用地名咖珐称这种果子，经过长期的传递和演变就成了今天的“咖啡”。咖啡被人们发现后最初只是采摘野生的果子食用，后来才慢慢开始人工栽培。在食用方式上，最初是嚼食咖啡果，后来进步为把咖啡果泡水或煮水喝。在用途上，最初主要用于宗教活动和治病。各种宗教的教士、修士、教徒嚼了咖啡果或喝了咖啡水后，在彻夜进行的宗教法事活动时很有精神不打瞌睡；病人们嚼了咖啡果或喝了咖啡水也能恢复一些精神。

古时候的阿拉伯人最早把咖啡豆晒干熬煮后，把汁液当作胃药来喝，认为有助于消化。后来发现咖啡还有提神醒脑的作用，同时由于伊斯兰教严禁教徒饮酒，因而就用咖啡取代酒精饮料，作为提神的饮料而时常饮用。15世纪后，到圣地麦加朝圣的伊斯兰教教徒陆续将咖啡带回居住地，使咖啡渐渐流传到埃及、叙利亚、伊朗和土耳其等国。咖啡进入欧陆当归因于土耳其当时的奥斯曼帝国，由于嗜饮咖啡的奥斯曼大军西征欧陆且在当地驻扎数年之久，在大军最后撤离时，留下了包括咖啡豆在内的大批补给品，维也纳和巴黎的人们得以凭着这些咖啡豆和由土耳其人那里得到的烹制经验，发展出欧洲的咖啡文化。

咖啡出现的最早且最确切的时间是公元前8世纪，但是早在荷马（希腊诗人，生卒年有争论，较权威说法是生于公元前744年）的作品和许多古老的阿拉伯传奇里，就已记述了一种神奇的、色黑、味苦涩且具有强烈刺激力量的饮料。公元10世纪前后，阿维森纳（Avicenna，980—1037，哲学家、医学家、自然科学家）用咖啡当作药物治疗疾病。

虽然咖啡是在中东被发现的，但是咖啡树最早源于非洲一个现属埃塞俄比亚的地区，叫Kaffa，从这里咖啡传向也门、阿拉伯半岛和埃及。正是在埃及，咖啡的发展异常迅猛，并很快流行，进入人们的日常生活。到16世纪时，早期的商人已在欧洲贩卖咖啡，由此将咖啡作为一种新型饮料引进西方的风俗和生活。绝大部分出口到欧洲市场的咖啡来自亚历山大港和士麦那（土耳其西部的港市），但是随着市场需求的日益增长，进出港口强加的高额关税，以及人们对咖啡树种植领域知识的增强，使得经销商和科学家开始试验把咖啡移植到其他国家。荷兰人在他们的海外殖民地（巴达维亚即现印度尼西亚首都雅加达和爪哇），法国人在马提尼克岛（位于拉丁美洲）和安的列斯群岛（位于西印度群岛）都移植了咖啡树；后来英国人、西班牙人和葡萄牙人开始侵占亚洲和美洲热带咖啡种植区。

1727年，巴西北部开始了咖啡种植，然而糟糕的气候条件使得这种作物种植逐渐转移到了其他区域，最初是里约热内卢，最后到了圣保罗和米纳斯吉拉斯州，在这里咖啡找到了它理想的生长环境。咖啡种植在这里发展壮大，直到成为巴西重要的经济来源。正是在1740—1850年，咖啡种植在中南美洲达到了它的普及之最。虽然咖啡诞生于非洲，但是在非洲种植和家庭消费相对来说是近代引进的。实际上，正是欧洲人让咖啡重返故地，将其引进他们的殖民地，在那里，由于有利的土地和气候条件，咖啡才得以兴旺繁荣。

二、咖啡的种植

（一）咖啡的品种

咖啡英文名为 Coffee 或 Coffea，是茜草科咖啡属的多年生常绿灌木或小乔木。以热带地区为中心，约有 500 属 6000 种茜草科植物分布于此；咖啡属的植物约有 40 种，但能够生产出具有商品价值咖啡豆的仅有阿拉伯种（也称阿拉比卡种，*Coffea arabica*，小粒种），罗巴斯塔种（*Coffea robusta*，中粒种），利比里亚种（*Coffea liberica*，大粒种），这三种称为咖啡三大原生种。

1. 阿拉伯种

阿拉伯种的原产地是埃塞俄比亚的阿比西尼亚高原（即现在的埃塞俄比亚高原），其豆形较小，正面呈长椭圆形，中间裂纹窄而曲折，背面的圆弧形较平整。

阿拉伯种的主要产地为南美洲（阿根廷和巴西部分区域除外）；中美洲诸国；非洲的肯尼亚、埃塞俄比亚等地，主要是东非各国；亚洲的也门、印度；大洋洲的巴布亚新几内亚的部分区域。

2. 罗巴斯塔种

罗巴斯塔种是在非洲刚果发现的耐叶锈病品种，较阿拉伯种具有更强的抗病力。罗巴斯塔种具有鲜明强烈的风味，一般被用于加工速溶咖啡。

罗巴斯塔种的主要生产国是印度尼西亚、越南及以科特迪瓦、阿尔及利亚、安哥拉为中心的非洲诸国。

3. 利比里亚种

利比里亚种的原产地是非洲西部。无论是在高温或低温、潮湿或干燥等各种环境，利比里亚种皆有很强的适应能力，其风味较阿拉伯种差，故仅在西非部分国家如利比亚、科特迪瓦等国内交易买卖，或者栽种供研究使用。

根据国际咖啡组织（International Coffee Organization，ICO）的统计，扣除各咖啡生产国国内交易的部分，在世界市场流通的咖啡中约 65%为阿拉伯种，35%为罗巴斯塔种。阿拉伯种咖啡豆颗粒细长且扁平，罗巴斯塔种咖啡豆较浑圆，由形状即可轻易分辨出来。

（二）咖啡栽培的土质

适合栽种咖啡的土壤，是有足够湿气与水分且富含有机质的肥沃火山土。埃塞俄比亚高原上布满了火山岩风化土。因此，富含腐殖质的土壤成为适合栽种咖啡的基本条件之一。巴西高原地带（称 Terra rossar，意为玄武岩风化的肥沃红土），中美洲高地，南美洲安第斯山脉周边，非洲高原地带，西印度群岛，爪哇（部分地方的土壤是火山岩风化土，或是火山灰与腐殖土的混合土）等咖啡的主要生产地带，也和埃塞俄比亚高原地带一样拥有水分充足的肥沃土壤。

土质对咖啡的味道有微妙影响，像种植在偏酸性土壤中的咖啡酸味也会较强烈；又如巴西里约热内卢一带土壤带有碘味，而当地采收咖啡豆时采用摇树法将果实摇落地面，因而咖啡也会沾染土壤那种独特的味道。

（三）咖啡树理想的种植条件

咖啡树理想的种植条件为温度介于15～25℃的温暖气候，而且整年的降雨量必须达1500～2000mm，同时其降雨时间要能配合咖啡树的开花周期。当然，除了季节和雨量的配合外，还要有肥沃的土壤。最适合栽培咖啡的土壤，是排水良好、含火山灰质的肥厚土壤。另外，日光虽然是咖啡成长及结果不可缺少的要素，但过于强烈的阳光会阻碍咖啡树的成长，故各个产地通常会配合种植一些遮阳树，一般多种植香蕉、杧果及豆科植物等树干较高的植物。种植咖啡树理想的海拔高度为500～2000m。因此，生长在海拔高度800～1200m的牙买加蓝山咖啡品质极佳。由此可知，栽培高品质咖啡的条件相当严格。气温、雨量、土壤、阳光，以及咖啡豆的采收方式和制作过程，都会影响咖啡本身的品质。

我国咖啡的引进试种已有一百多年的历史。1884年在台北县引种咖啡树，以后集中在台中和高雄两县栽培。1892年，法国传教士在大理宾川的朱苦拉村种植咖啡，目前尚有1000多棵存活。1908年，由华侨从马来西亚带回大粒种、中粒种咖啡于海南那大附近栽植。随后华侨陆续从马来西亚、印度尼西亚引进咖啡于海南那大、文昌、澄迈等地种植。广西由越南华侨引入咖啡种植，主要栽培在龙州及百色等地区。云南从越南、缅甸引种试种咖啡，主要种植在德宏、西双版纳等地区。此外，福建的永春、厦门、诏安，四川的西昌及广东粤西等地区也曾试种。目前我国咖啡的主要产区是云南、海南、广东，云南以小粒种为主，海南、广东以中粒种为主。

三、咖啡的分布

咖啡生产国大多是位于海拔高度1300～1900m的地区。也有在海拔高度2000～2500m的高地栽培的咖啡树，但在海拔高度1500m以上的山坡地栽种，咖啡品质较好。咖啡树只适合生长在热带或亚热带，即南北纬25°之间的地带适合栽种咖啡。而这个咖啡生产地带，一般称为咖啡带或咖啡区。世界上主要的咖啡生产地分布在美洲、非洲、亚洲和大洋洲（这里不做介绍）。

（一）美洲

美洲的咖啡产地指的是中美洲与南美洲，墨西哥以北的地区基本都是不产咖啡豆的。美洲的咖啡产地主要分布在北回归线到赤道的区域，中美洲的几个国家基本上都是咖啡生产国，位于南美洲的巴西是世界第一咖啡生产大国。

1. 巴西

巴西为世界最大的咖啡生产国，总产量居世界第一，约占全球总产量的1/3，主要产地集中于中部及南部地区。巴西在整个咖啡交易的市场上虽然占据极重要的地位，但由于其咖啡业一开始即采用价格策略，即低价、大量栽植，因此所生产的咖啡品质平均，等级极优的较少。巴西主要出产与海平面接近地带生长的淡味咖啡，其中最好的是圣保罗地区的桑托斯咖啡，这种咖啡温和、香味柔，酸苦适中。

2. 哥伦比亚

哥伦比亚为世界第二大咖啡输出国，产量约占全球总产量的15%，其咖啡树多种植于纵贯南北的三座山脉中，所栽培的咖啡皆为阿拉伯种，味道重而浓，品质、价格也很稳定，烘焙过的咖啡豆，更显得大且漂亮。哥伦比亚生产的咖啡豆是大粒形的，不管用作纯咖啡或

是混合都非常适合。

3. 哥斯达黎加

1729 年，咖啡从古巴引入哥斯达黎加。哥斯达黎加普遍种植的咖啡是阿拉伯种，主要栽种在两个高地区，一个是首都圣何塞附近的高地区，另一个则是圣何塞东南方的塔拉苏山区。哥斯达黎加的咖啡工业是世界上组织极完善的工业之一。哥斯达黎加的塔拉苏是世界上主要的咖啡产地之一。哥斯达黎加所产咖啡豆是大粒形的，咖啡温和香醇，带有一丝酸味，其咖啡生产地大致可分为太平洋沿岸、大西洋沿岸及中间地带三个地区，并且依海拔高度而分咖啡等级。

4. 危地马拉

1750 年，杰苏伊特（Jesuit）神父将咖啡树引种到危地马拉。19 世纪末德国殖民者发展了此地的咖啡工业。危地马拉的咖啡属阿拉伯种，以湿法处理。危地马拉的薇薇特楠果（Huehuetenango）咖啡具有高海拔咖啡质地坚硬、酸性较强且滋味丰富的特色，也是危地马拉极有特色的咖啡之一。

5. 洪都拉斯

洪都拉斯的咖啡是从萨尔瓦多传入的。洪都拉斯生产高酸性优质咖啡，咖啡等级依据海拔高度而定，在海拔高度 700～1000m 地带种植的咖啡属于中等，海拔高度 1000～1500m 地带种植的咖啡属于上乘，海拔高度 1500～2000m 地带种植的咖啡属于特等。洪都拉斯所有咖啡都由个体运输商发货出口，大都出口到美国和德国。

6. 牙买加

牙买加高山咖啡是西印度群岛最好的咖啡。蓝山咖啡是其中的贵族，这种咖啡风味浓郁、均衡，富有水果味和酸味。在品质、特色、香味、甘润方面，它都完美无缺，是咖啡中的极品。加勒比海环抱的蓝山，海拔高度 1600m 以上地区种植的咖啡才能称为蓝山咖啡。

7. 墨西哥

墨西哥也是咖啡生产大国，每年约有七成的咖啡直接输出至美国，皆以湿法处理，也以海拔高度分为三个等级。一般来说，对墨西哥咖啡的评价是香气适中，醇度较淡雅。

8. 古巴

古巴最好的咖啡是图基诺（Turquino）和特级图基诺（Extra Turquino）。图基诺咖啡因为种植在海拔高度较低的地方，风味纯正，颗粒适中。

9. 巴拿马

巴拿马的咖啡风味及质感中等而均匀，颇有类似蓝山咖啡的气质，很柔滑、质量轻而且酸味均衡，其优质咖啡豆风味纯正、极富特色。巴拿马每年出口的第一批咖啡在 11 月份启运，几乎全部优质咖啡豆都运往法国和芬兰。

（二）非洲

非洲的气候环境非常适宜咖啡树生长。咖啡是安哥拉的主要经济作物，是布隆迪的首要出口物资，是昔日肯尼亚的最大创汇产业。埃塞俄比亚号称“咖啡之乡”，科特迪瓦的咖啡产量占据世界重要位置，乌干达咖啡以单位面积产量闻名非洲。

1. 肯尼亚

肯尼亚是咖啡生产的王国，所产的高地水洗阿拉伯咖啡豆，就品质而言，可以说是世界

最好的咖啡之一。肯尼亚咖啡以其强烈水果味道著名，带有柠檬、柑橘酸香味著称。肯尼亚的咖啡业在肯尼亚咖啡局的严格控管下，品质良好一致，有严格的分级制，水洗处理厂取出的咖啡豆，依大小、形状和硬度，区分为七个等级，分别为 E、PB、AA、AB、C、TT、T。

2. 坦桑尼亚

坦桑尼亚的咖啡树大部分生长在靠近肯尼亚边界的乞力马扎罗山与梅鲁山一带，通常称作克里曼佳罗，偶尔也会以集散地摩西（Moshi）或阿鲁沙（Arusha）为名。另外在国境南侧，也生产一些水洗阿拉伯咖啡豆，以附近的大城姆贝亚（Mbeya）或集散中心帕雷（Pare）命名。坦桑尼亚的咖啡分级方式和肯尼亚类似，依大小以英文字母来区别。大部分坦桑尼亚咖啡豆具有典型的非洲咖啡豆特色。

3. 科特迪瓦

科特迪瓦是非洲的咖啡生产大国，其咖啡品质相当平均，而且货源稳定可靠，其罗巴斯塔种咖啡，为世界烘焙大厂混合调配不可缺少豆种之一。

4. 埃塞俄比亚

埃塞俄比亚据说是咖啡原产地，是传统的农产国。咖啡主要种植在海拔高度 1100～2300m 的南部高地上，这些地区的土壤为红色，疏松，排水良好，微酸。埃塞俄比亚出产的咖啡大多为有机咖啡。埃塞俄比亚咖啡主要有以下几种。①溧木咖啡，生长在海拔高度 1400～2000m，水洗咖啡质量上乘，有浓郁的果仁香味，酸度适宜，带着葡萄酒的烈度。②吉玛咖啡，生长在海拔高度 1400～1800m，日晒咖啡，微酸，有果仁香味，回味悠长。③甘比咖啡，生长在海拔高度 1500～2300m，是美食家级的咖啡，酸度适中，带着水果的香气。④叶尔尕车法咖啡，生长在海拔高度 1500～2200m，摩卡风味，带有花香和香料的气味。⑤西达摩咖啡，生长在海拔高度 1400～2200m，酸度适宜，质量上乘。⑥哈拉尔咖啡，生长在海拔高度 2700m 以上的高地，是世界上极好的咖啡，中等酸度，带有干果之香，是纯粹的摩卡咖啡。

（三）亚洲

咖啡自传入亚洲就展现出其浑厚沉稳的一面。亚洲咖啡豆的质感稠密，极具厚实感，甘味强而圆润，相较之下香气与酸味就显得保守。

1. 印度

印度栽种咖啡的区域主要在印度南部的西高止山到阿拉伯海间的区域，较知名的有以麦索及马拉巴等为名称销售的咖啡。季风马拉巴是印度颇有特色的一种咖啡，这种咖啡当年由马拉巴海岸出口到欧洲，因船行时生豆长时间受到海风吹袭使得外观和口感均有所改变，成为欧洲人习惯且喜欢的口味。

2. 印度尼西亚

印度尼西亚的咖啡主要产地有爪哇岛、苏拉威西岛及苏门答腊岛，其中 90%为罗巴斯塔种。其中苏门答腊岛所产的曼特宁咖啡最有名。醇厚，如蜂蜜般润滑的口感，使曼特宁咖啡在蓝山咖啡未出现前，曾被视为极品，独特的风味至今仍受许多人的喜爱。

3. 中国

中国南方很多地区的土壤和气候适合咖啡生长，是咖啡种植的理想环境。中国咖啡的主

要产地是云南，海南第二，而广东、广西、福建、四川等也有少量种植。云南咖啡宜植区分布在云南南部和西南部的普洱、西双版纳、文山、保山、德宏等地区。

世界各地栽种的咖啡在三大原生种基础上又可细分为数十种品种，在生产、流通及交易时，也都会加以区别。咖啡易受气候及生长环境的影响，因此即使是在同一生产国，也会因为各地区的气候、海拔高度、土质的不同，而微妙地影响咖啡豆的风味及品质，产生各自的特征。因此依品种、产地、品牌的不同，咖啡会有各自不同的属性。

第二节　咖啡的生产

一、世界咖啡生产

全球有 80 多个国家和地区种植咖啡。国际咖啡产业的两大特点是高度分散的咖啡种植和高度集中的深加工产业，主要的咖啡业巨头均集中在欧美传统消费国家。

全球饮用咖啡人数已超过 16 亿，占世界总人口的 20%以上，世界咖啡供求总量基本保持平衡。

二、我国咖啡生产

随着人们收入水平的提高，我国咖啡消费量迅速增长。2018 年，我国人均咖啡的消费量约为 6.2 杯，预计到 2023 年，我国人均咖啡消费量为 10.8 杯。但由于国内深加工能力较差和缺乏民族品牌，因此所消费的咖啡几乎全部来自国际品牌。2019 年，我国咖啡种植面积 13.55 万公顷，其中云南种植面积达 12.8 万公顷，占全国总种植面积的 94.5%，然而由于在国内缺乏知名度，优秀的云南小粒种咖啡豆 80%以上的均出口到欧美国家。我国咖啡生产近年来进入平稳发展阶段，种植面积在不断扩大，单产得到提高，总产量增长。

（一）面积扩大

在 20 世纪 90 年代中期，我国咖啡种植面积在 5000 公顷左右，种植区域集中在云南、海南、广西等地。1998 年，云南省政府出台了《关于加快咖啡产业发展的意见》，明确提出，依托国内外咖啡生产企业及省内咖啡生产骨干企业，积极开拓市场，创立原料生豆品牌和深加工精品名牌，加速咖啡生产发展。自此，云南咖啡种植快速发展，产量迅速提高，成为我国优质咖啡原料基地，也带动了我国咖啡生产的发展。

1999 年，我国咖啡种植面积扩大到 7000 公顷，同比增长 59%；此后继续快速增长，2000 年和 2001 年的同比增长率分别为 37%和 52%；2003 年咖啡种植面积已经达到 1.6 万公顷；虽然 2004 年种植面积有所下降，但是很快就恢复原有水平。国际咖啡组织从 2017 年开始公布中国咖啡的产量和消费量数据，并将中国列为全球第九大阿拉伯咖啡生产国。云南已成为中国最大的咖啡种植地、贸易集散地和出口地，咖啡产量占全国产量的 98 以上。2018 年，云南省咖啡种植面积达到 180 万亩以上，年产咖啡生豆 15 万吨，实现总产值 210 亿元以上。

（二）单产提高

虽然我国咖啡种植面积占世界咖啡种植总面积的比例非常小，不到 1%，但是咖啡单产

水平提高很快。1998 年以前，我国的咖啡单产水平只有每公顷 500kg，比世界平均水平低 100 多千克。1998 年，云南省政府为了加快咖啡产业发展，加强了咖啡的科技服务体系建设，组建咖啡研究中心负责咖啡良种选育、种植加工技术研究推广；在云南农业大学热带作物学院开设咖啡专业，培养咖啡专业技术人才；积极支持雀巢咖啡公司等社会各界力量参与开展技术培训，同时还支持咖啡基地的水利配套设施建设。通过这些努力，我国的咖啡种植技术明显提高，单产水平上个了一个台阶。1998 年，咖啡单产每公顷 1000kg 以上，此后稳步增长，2004 年，单产每公顷高达 1805kg，同期世界单产水平仅 734kg。近年来，咖啡单产水平有所回落，但仍然保持在每公顷 1400kg 以上。2019 年，咖啡主要产区受到干旱的影响，单产每公顷为 700～1000kg。

（三）产量增长

1998 年以前，我国的咖啡产量只有 3000 多吨。随着种植面积的扩大和单产水平的提高，从 1998 年开始咖啡产量出现快速增长，2000 年产量超过 1 万吨，2003 年产量超过 2 万吨，1998—2003 年的咖啡产量年均增长率达 38%，同一时期世界咖啡产量的年均增长率仅为 3.3%，并且 2001 年和 2003 年为负增长。经过高速增长后，我国的咖啡生产发展转向平稳，产量回落，但是近年来又出现增长势头，2015 年达 13.2 万吨，2016 年达 13.9 万吨。

三、云南省咖啡生产

全球咖啡种植面积约 1.18 亿亩，年消费 750 万吨左右，而中国年消费近 15 万吨，不到世界消费量的 2%。2010 年年底，云南省咖啡种植面积近 50 万亩，占全国咖啡种植面积的 98%，产量近 4 万吨，占世界总产量的 0.6%。2015 年，云南咖啡区域布局形成了涉及 12 州市 35 县区的格局，种植规模化提前实现规划目标。

云南咖啡要有美好未来，就必须在产品加工上下功夫。根据生豆生产原料消耗大、运输成本高、对技术和资金要求相对较低，适宜在种植基地发展的特点，改造、提升和整合现有初加工生产企业，布局与原料生产能力相应规模的咖啡豆初加工生产能力，尽快实现原料就地转化。

充分发挥德宏、保山、普洱等地已建或在建咖啡精深加工生产能力。依托昆明市作为省会城市具有产业辐射面广、配套服务好、消费群体大等优势，积极推进在昆明高新技术开发区集中建设咖啡精深加工产业园区。

以引导产业集群为宗旨，加大产业园区招商引资力度，汇集国内外咖啡相关企业入园发展，实现速溶咖啡粉、焙炒咖啡豆、三合一咖啡、咖啡含片等中高端产品及配套产业的集聚化发展，共同打造全国重要的咖啡精深加工产业基地。

根据国际、国内咖啡物流流向、流量和区域物流市场发展潜力，在整合省内物流资源的基础上，加快构建以咖啡交易为主的“昆明特色农林产品国际交易中心和昆明特色农林产品物流中心”，建立和提升云南咖啡信息门户网站和电子商务平台。在主产区建设功能齐全、设施先进、辐射能力强的专业批发市场。

第三节　咖啡的价值与效益

由于咖啡含有淀粉、脂类、蛋白质、糖类、咖啡因、芳香物质和天然解毒物质等多种化

学成分，因此在食品工业和医药用品工业具有广泛的用途。

一、咖啡的价值

（一）食用价值

咖啡营养价值高，富含多种成分，主要作为饮料饮用。在茶叶、可可、咖啡三大饮料中，咖啡的产量、产值和消费量均居首位。全世界90%以上的国家都以咖啡为饮料，饮用人口约有20亿，其中欧、美、日等发达国家是世界咖啡消费量最大的地方，占总消费量的3/4；世界咖啡消耗量约为可可的3倍，为茶叶的4倍。咖啡在食用方面，主要用于制作咖啡糖果、咖啡果脯、咖啡冰激凌、咖啡果冻、咖啡可乐等，品种多达上百个，深受人们青睐。

（二）药用价值

咖啡中含有咖啡因、茶碱、可可碱等多种生物碱，其中以咖啡因的含量最高。咖啡因在医药上做麻醉剂、兴奋剂和强心剂。咖啡因能刺激交感神经系统，从而产生提神和减除疲劳的效用。咖啡因还能使通往心脏的动脉扩张增加血液流量，能帮助头部的动脉收缩，有助于纾解偏头痛。咖啡含有多种药用化学成分，因此饮用和食用咖啡可产生多种药理功效，对促进人类健康具有重要作用。

（三）经济价值

咖啡栽培投资省，收益快，效益长，产值和附加值高。春植咖啡第二年即有少量开花结果，第三年即可正式投产，盛果期一般平均亩产干豆100～150kg，产值达2500～3750元（按每千克25元计算），高产者达250kg以上，产值则更高。咖啡豆通过深加工成焙炒豆、焙炒粉、速溶粉等产品后其价值可提高5～6倍，深加工成其他产品则增值空间更大。

近年来，我国消费不断升级，咖啡消费量迅猛增大。2014—2018年，我国咖啡市场规模持续扩大，2018年，我国咖啡市场规模超2000亿元。2018年年底，我国咖啡馆数量突破14万家。以每年15%的增长速度计算，2019年我国现磨咖啡消费市场规模在800亿元。

二、咖啡的效益

（一）社会效益

从世界和我国的情况来看，适宜咖啡种植的区域多分布在边远地区，经济社会发展相对落后，种植咖啡不仅能为人类提供丰富的咖啡产品，而且可增收致富，对推进热带地区经济社会发展具有重要作用。同时咖啡从种植、加工到饮用的整个过程均带有丰富多彩的文化内涵，因此咖啡产业对于加快区域经济发展和传播发扬咖啡文化均具有十分重要的意义。

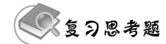
（二）生态效益

咖啡为多年生常绿灌木或小乔木，具有生长快、成林早、郁闭快、经济寿命长、光合作用能力强等方面的优势。大规模发展种植咖啡能对绿化荒山荒坡和改善当地生态环境起到很好的作用，是我国热带、亚热带地区实施退耕还林，发展热带农业经济，再造秀美山河的最佳选择。



三、其他用途

咖啡果肉除可以酿酒、制醋、做饲料及肥料外，还可以生产一种黏性很大，不燃烧、不透水的黏质胶；咖啡豆壳可以制作活性炭；咖啡花可以提取高级香料；咖啡果中的单宁和咖啡残渣经发酵而得到的有机酸可制鞣料。



1. 试讲述牧羊人的故事和雪克·欧玛的故事。
2. 咖啡有哪些品种？
3. 咖啡主要分布在哪些地方？
4. 世界知名的埃塞俄比亚咖啡主要有哪些？
5. 概述我国咖啡生产情况。
6. 简述云南省咖啡生产情况。
7. 咖啡有哪些价值和效益？

第二章　小粒种咖啡初加工

学习目标

1. 掌握小粒种咖啡果实外观色泽变化及特征。
2. 掌握小粒种咖啡鲜果分级及采收质量要求。
3. 熟悉采收前微生物易侵染咖啡鲜果的情况。
4. 掌握小粒种咖啡浆果的结构。
5. 理解蒸腾作用对采后小粒种咖啡鲜果品质的影响及影响蒸腾的因素。
6. 了解小粒种咖啡湿法加工的设备和设施。
7. 掌握小粒种咖啡湿法加工操作要求及注意事项。
8. 掌握小粒种咖啡湿法加工中常见引起缺陷豆的原因。
9. 了解小粒种咖啡半湿法加工设备。
10. 掌握小粒种咖啡半湿法加工操作要求及注意事项。
11. 理解小粒种咖啡蜜法加工。

小粒种咖啡从开花到成熟需要9～11个月的时间，成熟期长短受海拔高度、温度及栽培品种等的影响。云南省普洱市栽培的咖啡是小粒种咖啡，品种有铁毕卡变种（*C. arabica var. typica Craber*）、波邦变种（*C. arabica var. boubon Choussy*）、卡蒂莫系列品种、T8667、T5175、矮卡（*C. arabica var. short seed*）、墨西哥11号（*C. arabica var. mexico*11）等。普洱小粒种咖啡一般在10月至次年1月进行采收。

小粒种咖啡的质量建立在咖啡种植园的水平上。如果种植园处理不当，会导致小粒种咖啡豆品质较差，甚至有异味，而且后期的加工处理无法将异味除去，品质等级很难提高。为了获得优质的小粒种咖啡豆，在小粒种咖啡鲜果加工时必须遵循4个原则：①谨慎收获；②立即分级选果；③保持卫生；④使用可靠且保养良好的设备。

第一节　小粒种咖啡的采收

采收是小粒种咖啡加工中的第一个环节，同时也是影响小粒种咖啡加工质量的关键环节。采收的目标是使小粒种咖啡浆果在成熟适宜时转化为可加工原料或商品。采收速度要尽可能快。采收时力求做到对小粒种咖啡树的损伤最小、小粒种咖啡鲜果损失最小及花费最少。小粒种咖啡的采收方式有两种：一种是成片采摘，即把咖啡树上的所有咖啡浆果一次性摘完；另一种是有选择性地采摘，即以8～10天为间隔，每次只摘那些已经成熟的红色浆果，多次把咖啡浆果采收完。后一种采收方式与前一种相比，劳动量大，

费用高。普洱市因小粒种咖啡种植园（图 2-1）坡度较大，不能采用机械采收，因此采用人工采收。另外，因为小粒种咖啡浆果分批成熟（图 2-2），所以一般采用分批人工采收。采收可分三批进行，第一批集中采摘过熟果、病果；第二批采摘成熟的鲜果，采果期约 90 天以上；第三批采摘咖啡树上的所有果实，无论是青果、成熟果，还是过熟果、病果，都一次摘完。



图 2-1　小粒种咖啡种植园

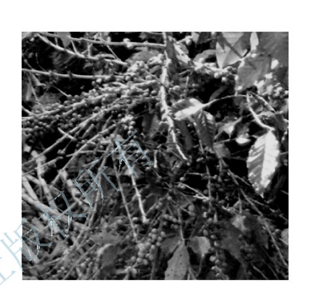


图 2-2　分批成熟的小粒种咖啡浆果

一、小粒种咖啡果实外观色泽变化及特征

咖啡在 2 月开花，开花期的温度要大于 13℃，开花后坐果，当温度高于 15℃时，果实正常生长发育，随着气温的升高，幼果迅速膨大，并不断地积累有机物质。随着有机物质的积累，咖啡果实的外观会发生变化。

1. 小粒种咖啡浆果成熟变化规律

小粒种咖啡树是分批开花，果实分批成熟的。果实成熟时间是 10 月至次年的 1 月，共 4 个月。

小粒种咖啡鲜果成熟变化规律为青果→黄色果→橘红色果→鲜红色果→紫红色果→紫黑色果→干果。

2. 小粒种咖啡浆果不同成熟度的外观特征

青果（图 2-3），果皮外观有的完全呈绿色，有的微微带点黄色，以绿色为主，籽粒不饱满，因采摘时果柄处不易折断，几乎都带有果柄。

黄色果（图 2-3），果皮外观有的完全呈黄色，有的略带淡红色，以黄色为主，籽粒不饱满，因采摘时果柄处不易折断，几乎都带有果柄。

橘红色果，果皮外观呈橘红色，有的略带淡红色或者黄色，籽粒饱满，圆润。

鲜红色果，果皮外观呈鲜红色，籽粒饱满，圆润。

紫红色果（图 2-4），果皮外观呈紫红色，籽粒饱满，圆润。

紫黑色果（图 2-5），果皮外观呈紫黑色，不圆润鲜亮。

干果（图 2-5），果皮外观呈灰黑色或者黑色。





【对应彩图】

图 2－3　未成熟的小粒种咖啡浆果（青果、黄色果）

病果（图 2－5），在果实的表面有的有明显的病斑，有的呈不正常的黑色或者不正常的紫黑色。

【对应彩图】



图 2－4　紫红色果

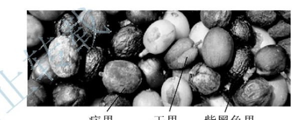


图 2－5　紫黑色果、干果、病果

3. 不同成熟度的外观特征及对加工的影响

（1）青果、黄色果。青果、黄色果是不成熟果，脱皮难度大；籽粒不饱满，营养储藏不充分，晒干后豆皮皱缩，品质差，带有青草味和涩味，脱皮时易受机械损伤而形成黄豆。因此严禁采收青果、黄色果，但是最后一批下树果时可采摘。

（2）橘红色果、鲜红色果、紫红色果。这三种果是成熟果实，籽粒饱满，营养物质储存充分，果肉软滑，用手轻轻挤捏就可将咖啡豆脱出果皮，而且脱皮时机械损伤少，脱皮较彻底、干净，加工质量好，因此是采收的对象。

（3）紫黑色果、干果、病果。紫黑色果、干果是过熟果，由于采收不及时或采收遗漏，长期挂在咖啡树上导致果皮失去水分皱缩，发酵以至于全干的成熟果实。病果是指果皮已经变为红色，但是由于在生长过程中受病菌感染，在果皮上形成病斑的果实。这三种果实采用干法加工。

二、小粒种咖啡的采收方法及质量要求

根据小粒种咖啡浆果的成熟度，适宜采摘是小粒种咖啡加工的一个重要组成部分。成熟

适宜采摘的小粒种咖啡浆果具有的特征是果实红润、晶莹发亮，用手指轻挤捏则咖啡豆易脱出果皮。

巴西许多大型咖啡农场（称为 Fazendas）经常使用机器采收，不过其等级不是最差的，最差劲的咖啡大多数来自没有组织的咖农，他们没有品质管理观念，胡乱处理，加工不出好咖啡。因此，品质好的咖啡总是来自那些企业化经营的中小型农庄，有的自创品牌，行销全世界。例如，哥斯达黎加的拉米妮塔（LaMinita）、巴拿马的杜兰农场（Duran）、华伦福特农庄（Wallenford Estate）与银丘农庄（Sliver Hills Estate）所产的牙买加蓝山咖啡。

1. 人工采收法

采摘时从里向外采摘，摘取红色且饱满的果实，单果采摘。精选咖啡就是使用人工采收法。人工采收灵活性很强，机械损伤少，可以针对不同的地形地势、不同的咖啡树，及时进行采摘和分别处理。另外，只要增加采摘工人就能增加采收速度，便于调节控制。

在小粒种咖啡采收季节，应做到随熟随采；采摘时从果柄处折断，不损伤枝条和叶片，要求不采摘未成熟的咖啡浆果。最后一次采摘时，将咖啡浆果全部采摘完并分开盛装和分开加工。

人工采收的搓枝法：用手指沿着树枝由下往上搓，成熟果与不成熟果一并采收，对品质有负面影响。

2. 机械采收法

机械采收是采用采收机器横跨在咖啡树上，用机械手抓住树枝里部并向外运动采收果实。机械采收效率高，节省劳动力，降低了采收成本，可以改善采收工人的工作条件，减少因大量雇用和管理工人所带来的一系列问题。但是机械采收法只能在自然条件比较好的地方使用，而且只能在一排排咖啡树种得很直的地方才能使用。机械采收将成熟果与不成熟果统统采下，并且在咖啡浆果中混有树枝、树叶等杂物，需事后拣出。机械采收对咖啡树易造成机械损伤。在海拔高度比较高的地区，不能机械采收，必须人工采收。

3. 摇落采收法

摇落采收是用棍击打成熟的果实或者摇晃咖啡树枝，使熟透的咖啡浆果掉下来落入漏斗里。这种采收方法，比人工采收法更容易混入杂质和瑕疵豆，有些产地的豆子还会沾上奇特的异味，或者因为地面潮湿而使豆子发酵。巴西与埃塞俄比亚等罗巴斯塔种咖啡生产国多以此法采收咖啡浆果。以摇落采收法采收咖啡浆果的国家，多采用自然干燥法加工咖啡豆。

4. 小粒种咖啡鲜果分级及采收质量要求

小粒种咖啡鲜果分一级果、二级果和三级果，各级界定如下。

一级果：正常成熟的、无疤痕全红鲜果。

二级果：正常成熟的、外果皮局部有疤痕的红果和紫黑色果，以及成熟度稍差果柄端稍绿的果。

三级果：除一、二级果以外的所有咖啡果（青果、干果）。

小粒种咖啡鲜果采收质量要求如下。

（1）采收时要有选择性，只采摘成熟果；严禁采摘青果、黄色果。

（2）正常成熟果要与病果、干果、青果分别采收、盛装、加工，不得混合在一起。

（3）采收时逐个采摘，不得一把将果穗摘下来，所采果实不得带果柄。

（4）采收时不得将叶片一同摘下来，也不能损伤未结果部位的枝条、叶片和花芽。

(5) 集中盛装时要先将杂质（如枝、叶、石头、土块等）清除干净后再倒入大袋中。

(6) 集中收集的小粒种咖啡浆果要放在树荫下，防止太阳暴晒，以免发热或水分损失而影响脱皮及质量。

5. 采收的影响因素

小粒种咖啡浆果采收受很多因素的影响，首先是小粒种咖啡树的高矮和小粒种咖啡园的布局。一般平均每个采摘工一天能采摘 50～100kg 浆果，小粒种咖啡园布局合理的，可多采收小粒种咖啡浆果。其次是小粒种咖啡结果率，结果率多的自然采收多。最后是自然气候，自然气候反常的，小粒种咖啡浆果成熟不正常，采收会受到影响。

由于小粒种咖啡开花的特性，果实分批成熟，需要分批采收，随熟随收，采收时不摘不成熟果、过熟果、病果，落地时间长的果实和微生物侵染的果实不要。不成熟果和过熟果因缺乏果胶质，润滑作用不好，脱皮时容易挤碎咖啡豆，同时也会产生许多臭豆和黑斑豆，影响豆的质量和杯品质量。不成熟果的豆粒干燥困难，缺乏香味，同时由于果实中单宁还未转化为糖分，会产生涩味。过熟果粒的果肉有的已经发酵，在杯品中表现为馊酸味。病果和落地时间长的果实在杯品中表现为腐臭味。微生物侵染的果实不能要，易引起腐烂，或者提前发酵，或者酸臭。采收前微生物易侵染的情况如下。

(1) 微生物侵害挂在树上的小粒种咖啡弱果。

(2) 害虫损害的小粒种咖啡浆果易受微生物的侵染。

(3) 树下的落果，接触土壤，导致微生物易侵染。

(4) 树上的果实过熟，易受微生物的侵染。

(5) 不良的气候条件（霜冻、冰雹）使小粒种咖啡浆果易受微生物的侵染。

第二节　小粒种咖啡采后生理

一、小粒种咖啡浆果的结构

小粒种咖啡浆果由种脐、果实和果柄组成。果实由外果皮、中果皮（果肉）、内果皮（种壳）、种皮（银皮）、种仁（胚乳）、胚等组成。咖啡浆果及其剖面图和结构图如图 2-6、图 2-7 和图 2-8 所示。

二、呼吸作用

呼吸是生命的基本特征。在呼吸过程中，呼吸底物在一系列酶的作用下，逐渐分解为简单的物质，最终形成 CO_2 和 H_2O，同时释放出能量，这是一种异化作用。但呼吸并非单纯的异化过程，因为呼吸作用的中间产物和所释放的能量又参与一些重要物质的合成过程。呼吸过程的中间代谢产物在物质代谢中起着重要的枢纽作用。

采收后的小粒种咖啡鲜果是有生命的，其生命代谢活动仍在有序地进行。小粒种咖啡鲜果在采收后，由于离开了母体，水分、矿物质及有机物的输入均已停止，小粒种咖啡鲜果需要进行呼吸作用，以维持正常的生命活动。组织的呼吸作用是提供各种代谢活动所需能量的基本保证。采收后小粒种咖啡鲜果的呼吸作用与采后品质变化、成熟衰老进程、采后生理病害、采后贮藏运输技术等有着密切的关系。

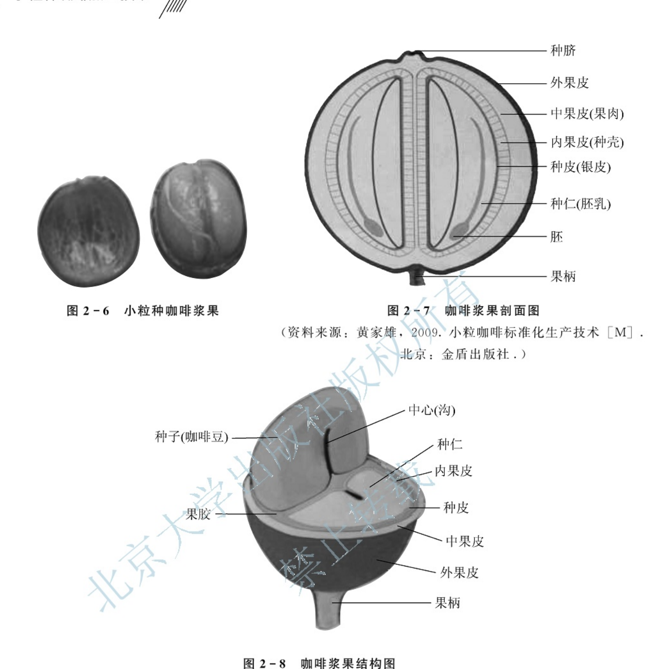


图 2－6　小粒种咖啡浆果

图 2－7　咖啡浆果剖面图

（资料来源：黄家雄，2009. 小粒咖啡标准化生产技术［M］. 北京：金盾出版社.）

图 2－8　咖啡浆果结构图

（资料来源：黄家雄，2009. 小粒咖啡标准化生产技术［M］. 北京：金盾出版社.）

1. 呼吸作用的概念

呼吸作用是生活细胞经过某些代谢途径使有机物分解，并释放出能量的过程。呼吸作用是采收后小粒种咖啡鲜果生命活动的重要环节。它不仅提供采收后组织生命活动所需的能量，而且是采收后有机物相互转化的中枢。采收后小粒种咖啡鲜果呼吸的主要底物是有机物，如糖、有机酸和脂肪等。

根据呼吸过程是否有 O_2 的参与，可以将呼吸作用分为有氧呼吸和无氧呼吸。

有氧呼吸是指细胞在 O_2 的参与下，把某些有机物（如糖、淀粉、有机酸等）逐步氧化分解，形成 CO_2 和 H_2O，同时释放出能量的过程。通常所说的呼吸作用就是指有氧呼吸。以葡萄糖作为呼吸底物为例，有氧呼吸可以简单地表示为

$$C_6H_{12}O_6 + 6O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6H_2O + \text{能量或 } 2.82\times10^6 J(674kcal)$$

在呼吸过程中，有相当一部分能量以热的形式释放，使小粒种咖啡鲜果采收后贮运的温度提高，并有 CO_2 积累。因此，在小粒种咖啡鲜果采后贮运过程中要加以注意。小粒种咖啡鲜果采后要及时送到初加工厂进行加工。

无氧呼吸一般是指细胞在无 O_2 条件下，通过酶的催化作用把某些有机物分解为不彻底的氧化产物，同时释放出少量能量的过程。无氧呼吸可以产生酒精，也可产生乳酸及其他物质。以葡萄糖作为呼吸底物为例，无氧呼吸可以简单地表示为

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2 + \text{能量或 } 0.089\times10^6\,\text{J}(21\text{kcal})$$

$$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2CH_3CHOHCOOH + \text{能量}$$

无氧呼吸的特征是不利用 O_2，底物氧化分解不彻底，仍以有机物的形式存在，因而释放的能量比有氧呼吸的少。另外，无氧呼吸生成的有害物乙醛和其他有毒物质会在细胞内积累，并且会输导到组织的其他部分，造成细胞死亡或腐烂。

2. 呼吸强度和呼吸系数

呼吸强度是用来衡量呼吸作用强弱的一个指标，又称呼吸速率。它指一定温度下，单位质量的产品进行呼吸时所吸入的 O_2 或释放 CO_2 的毫克数或毫升数，单位通常用 O_2 或 CO_2 mg（mL)/(h・kg)（鲜重）来表示。

呼吸强度是表示组织新陈代谢的一个重要指标，也是表示呼吸作用进行快慢的指标。呼吸强度高，说明呼吸旺盛，消耗的呼吸底物（糖类、蛋白质、脂肪、有机酸）多而快，贮藏寿命不会太长。

小粒种咖啡鲜果在采收时其组织受到机械损伤使呼吸强度显著增高的现象称为愈伤呼吸，或称创伤呼吸。由于机械损伤使酶与底物的间隔被破坏，这样酶就与底物直接接触，因而令氧化作用加强，从而使组织出现了愈伤呼吸。因此，减少小粒种咖啡鲜果机械损伤是防止愈伤呼吸发生、减少体内物质消耗的有效途径。

呼吸作用过程中释放 CO_2 与消耗的 O_2 的体积比，称为呼吸系数（呼吸商），用 RQ 表示。

$$RQ=\frac{V_{CO_2}}{V_{O_2}}$$

RQ 的大小与呼吸底物有关。一般来说，以葡萄糖为底物的有氧呼吸，RQ＝1；以含氧高的有机酸为底物的有氧呼吸，RQ＞1；以含碳多的脂肪酸为底物的有氧呼吸，RQ＜1。RQ 值也与呼吸状态即呼吸类型（有氧呼吸、无氧呼吸）有关。当无氧呼吸时，消耗的 O_2 少，RQ＞1。RQ 值越大，无氧呼吸所占的比例越大。RQ 值还与贮藏温度有关，不同温度下，RQ 值不同，这表明高温下可能存在有机酸的氧化或无氧呼吸，也可能二者兼而有之。

3. 呼吸温度系数和呼吸热

温度是影响呼吸强度的重要因素。在一定温度范围内（生理温度范围内），温度升高10℃时呼吸强度与原来温度下呼吸强度的比值即呼吸温度系数，用 Q_{10} 来表示。它能反映呼吸强度随温度变化的程度，该值越高，说明产品呼吸受温度影响越大。

呼吸温度系数在 0～10℃随着温度的升高而增大，可高达 7。但超过 10℃，呼吸温度系数则随温度升高而减小，一般要降到 2～3。

呼吸热是呼吸过程中产生的、除了维持生命活动以外而散发到环境中的那部分热量，通

常以 B. t. u.（英国热量单位）表示。

由于测定呼吸热的方法极其复杂，常采用测定呼吸强度的方法间接计算呼吸热。

4. 影响呼吸强度的因素

影响小粒种咖啡呼吸强度的因素概括起来如下。

（1）发育阶段与成熟度

一般而言，生长发育中的植物组织、器官的生理活动很旺盛，呼吸代谢也很强。小粒种咖啡鲜果在未成熟时采收，其生理活动很旺盛，呼吸代谢也很强；随着成熟度的增加，生理活动有所减弱，呼吸代谢也减弱。

成熟分为两个阶段，即成熟和完熟。成熟是指小粒种咖啡果实生长的最后阶段，在此阶段，果实充分长大，养分充分积累，已经完成发育并达到生理成熟。完熟是指小粒种咖啡果实达到成熟以后，即小粒种咖啡果实成熟的后期，小粒种咖啡果实内发生一系列急剧的生理、生化变化，小粒种咖啡果实表现出特有的颜色、风味、质地，达到最适于采收加工阶段。完熟后即进入衰老。衰老是指小粒种咖啡果实在充分完熟之后，进一步发生一系列的劣变，最后才衰亡。所以完熟可以视为衰老的开始阶段。衰老即代谢从合成转向分解，导致老化并且组织最后衰亡的过程。

（2）温度

在植物正常的生活条件下，温度升高，酶活性增强，呼吸强度相应提高，物质消耗也增多；降低温度则呼吸减缓。在低温范围内，温度稍有波动会使呼吸强度迅速变化而造成不良影响，同时温度的波动还会导致空气中的水分在小粒种咖啡果实表面凝结成水珠使小粒种咖啡果实腐烂。当贮藏温度高于 35℃时，呼吸强度反而会下降，可能的原因有三方面：①高温引起某些酶的变性或钝化；②组织内外气体交换赶不上内部气体代谢的速度，造成组织内部 O_2 的亏缺和 CO_2 的积累，而使呼吸受到抑制；③呼吸底物不能满足高速度呼吸的需要而呈饥饿状态。

（3）乙烯

乙烯是影响呼吸作用的重要因素。乙烯是成熟激素，可诱导和促进小粒种咖啡果实成熟，主要根据：①乙烯生成量增加与呼吸强度上升时间进程一致，通常出现在小粒种咖啡果实的完熟期间；②外源乙烯处理可诱导和加速小粒种咖啡果实成熟；③通过抑制乙烯的生物合成［如使用乙烯合成抑制剂 AVG（氨氧乙基乙烯基甘氨酸）、AOA（氨基氧乙酸）或除去贮运环境中的乙烯（用乙烯吸收剂）］，能有效地延缓小粒种咖啡果实的成熟、衰老；④使用乙烯作用的拮抗物［如 Ag^+，CO_2，1－MCP（1－甲基环丙烯）］可以抑制小粒种咖啡果实的成熟。

小粒种咖啡果实在贮运过程中不断产生乙烯，并使小粒种咖啡果实贮运场所的乙烯浓度增高，在此种情况下，空气中的微量乙烯又能促进呼吸强度提高，从而加快小粒种咖啡果实成熟和衰老。所以，小粒种咖啡果实贮运时应通风换气或放上乙烯吸收剂，以排除乙烯，延长小粒种咖啡果实的贮运时间。

三、蒸腾生理

采收后的小粒种咖啡鲜果失去了母体和土壤供给的营养及水分，但是蒸腾作用仍在持续进行，蒸腾失水通常不能得到补充。如贮运环境不适宜，小粒种咖啡鲜果就是一个蒸发体，

不断地蒸腾失水，逐渐失去新鲜度，并产生一系列的不良反应。

1. 蒸腾与失重

蒸腾是指水分以气体状态，通过小粒种咖啡鲜果的表面，从体内散发到体外的过程。蒸腾作用受到组织结构和气孔行为的调控，与一般的蒸发过程不同。

失重又称自然损耗，是指贮运过程中小粒种咖啡鲜果的蒸腾失水和干物质损耗所造成的质量减少。蒸腾失水主要是由于蒸腾作用引致的组织水分散失，干物质损耗则是呼吸作用导致的细胞内贮藏物质的消耗。失水是贮藏器官失重的主要原因。

2. 蒸腾作用对采后小粒种咖啡鲜果品质的影响

水分是生物体内的重要物质之一。它在代谢过程中发挥着特殊的生理作用，可以使细胞器、细胞膜和酶得以稳定。细胞的膨压也是靠水和原生质膜的半渗透性来维持的。失水后，细胞的膨压降低，气孔关闭，因而对正常的代谢产生不利影响。

（1）破坏正常的代谢过程

失水对贮运产生不利影响，失水严重还会造成代谢失调。小粒种咖啡鲜果萎蔫时，原生质脱水，促使水解酶活性增强，加速水解。水解加强使呼吸基质增多，促进了呼吸作用，加速营养物质的消耗，削弱组织的耐藏性和抗病性，加速腐烂。失水严重时，还会破坏原生质胶体结构，干扰正常代谢，产生一些有毒物质。细胞液浓缩，某些物质和离子（如 NH_4^+）浓度增高，也能使细胞中毒。过度缺水还使脱落酸含量急剧上升，时常增加几十倍，从而加速了脱落和衰老。

（2）降低耐贮性和抗病性

蒸腾失水造成的正常的代谢作用被破坏而水解作用加强，以及细胞的膨压降低造成的机械结构特性改变等，都会影响小粒种咖啡鲜果的耐贮运性和抗病性。组织脱水萎蔫程度越大，抗病性下降得越剧烈，腐烂率越高。

3. 影响蒸腾的因素

在影响蒸腾的因素中，针对小粒种咖啡鲜果，在此主要讨论外界环境因素。

（1）空气湿度

空气湿度是影响产品表面水分蒸腾的主要因素。表示空气湿度的常见指标包括绝对湿度、饱和湿度、饱和差及相对湿度。绝对湿度是单位体积空气中所含水蒸气的量（g/m^3）。饱和湿度是在一定温度下，单位体积空气中所能最多容纳的水蒸气量。若空气中水蒸气超过此量，就会凝结成水珠，温度越高，容纳的水蒸气越多，饱和湿度越大。饱和差是空气达到饱和尚需要的水蒸气量，即绝对湿度和饱和湿度的差值，直接影响小粒种咖啡鲜果水分的蒸腾。小粒种咖啡鲜果贮运中用空气的相对湿度 RH 来表示环境的湿度较科学。相对湿度是绝对湿度与饱和湿度之比，反映空气中水分达到饱和的程度。

一定温度下，一般空气中水蒸气的量小于其所能容纳的量，存在饱和差，也就是其蒸汽压小于饱和蒸汽压。小粒种咖啡鲜果果皮组织中充满水，其蒸汽压一般是接近饱和的；高于周围空气的蒸汽压，水分就蒸腾，其快慢程度与饱和差成正比。因此，在一定温度下，绝对湿度或相对湿度大时，饱和差小，蒸腾慢。

（2）温度

温度的变化主要是造成空气湿度发生改变而影响表面蒸腾的速度。环境温度升高时饱和湿度增高，若绝对湿度不变，饱和差变大而相对湿度下降，小粒种咖啡鲜果果皮水分蒸腾加

快；温度降低时，由于饱和湿度降低，在同一绝对湿度下，水分蒸腾减慢甚至结露。

（3）空气流动

在靠近小粒种咖啡鲜果空气中，由于蒸散而使水汽含量较多，饱和差比环境中的小，蒸腾减慢，空气流动速度较快的情况下，这些水分被带走，饱和差又升高，就不断蒸散。

（4）气压

气压也是影响蒸腾的一个重要因素。但在一般的贮运条件之下，气压是正常的一个大气压，对小粒种咖啡鲜果影响不大。

四、侵染性病害

小粒种咖啡鲜果在其生长过程中会遇到各种各样的微生物的危害，但这些微生物大多数不能侵入活细胞和紧密的植物组织。真菌和细菌有侵染采收后小粒种咖啡鲜果的能力，其中真菌是最主要和最流行的病原微生物。它侵染广，危害大，是造成小粒种咖啡鲜果在长时间贮运或长时间放置损失的重要原因。由于小粒种咖啡鲜果采收后一般立即加工，因此往往未发生病害症状。

1. 侵染过程

病原物侵染过程指病原物与寄主植物可侵染部位接触，并侵入寄主植物，在植物内繁殖和扩展，然后发生致病作用，显示病害症状的过程，也是植物个体遭受病原物侵染后的发病过程。侵染过程一般分为四个时期，即接触期、侵入期、潜育期和发病期。病原物的侵染过程受病原物、寄主植物和环境因素的影响，而环境因素又包括物理因素、化学因素和生物因素等。

（1）接触期

接触期是指从病原物与寄主植物接触或达到能够受到寄主外渗物质影响的根围或叶围后，开始向侵入的部位生长或运动，并形成某种侵入结构的一段时间。

① 接触前的活动。病原物的休眠体大多是随着气流或雨水的飞溅落在植物上的，还可随昆虫等介体或田间操作工具等到植物上。根部分泌物可在植物根系周围积聚许多病原物和其他微生物，也可刺激或诱发土壤中的有些病原真菌、细菌和线虫等或其休眠体的萌发，有利于产生侵染结构和进一步侵入。有些腐生的根围微生物能产生抗菌物质，可抑制或杀死病原物；有些腐生菌或不致病的病原物变异菌株占据了病原物的侵染位点，使病原物不能侵入。

② 接触后的活动。病原物生长阶段，包括真菌、细菌和线虫等的休眠体萌发后所产生的芽管或菌丝的生长、释放的游动孢子的游动、细菌的分裂繁殖、线虫幼虫的蜕皮和生长等。真菌孢子虽然一般都带有足够的营养物质，但必须供给一定的营养刺激物质才能萌发和侵入。叶表面的营养物质对病原物的侵染有一定的影响，植物的分泌物也影响病原物的生长；而且，有些孢子本身分泌的物质，特别是在侵染液滴中浓度很高时，也能抑制孢子的萌发。

（2）侵入期

从病原物侵入寄主植物到建立寄主关系的这段时间，称为侵入期。

侵入途径有两种，一种是被动地通过自然开孔和伤口入侵植物，另一种是主动地借助于自身分泌的酶和机械力入侵植物。前者称为被动侵染，后者称为主动侵染。病原真菌大多是

以孢子萌发后形成的芽管或菌丝侵入。典型的步骤：孢子的芽管顶端与寄主植物表面接触时，膨大形成附着器，附着器分泌黏液将芽管固定在寄主植物表面，然后从附着器产生较细的侵染丝入侵寄主植物体内。

（3）潜育期

从病原物与寄主植物建立寄生关系，到表现明显的症状为止，这段时间称为潜育期。症状的出现就是潜育期的结束。

（4）发病期

寄主植物被病原物侵染后，经过潜育期便进入发病期。

2. 发病原因

传染性病害的发生是寄主植物和病原物在一定的环境条件下互相斗争，最后导致小粒种咖啡鲜果生病的过程，并经过进一步的发展使病害扩大和蔓延。病害的发生与发展主要受三个因素的影响或制约，即病原物、寄主植物和环境条件。当病原物的致病力强，寄主植物的抵抗力弱，而环境条件又有利于病原物生长、繁殖和致病时，病害就严重；反之，病害就受到抑制。

（1）病原物

病原物的寄生性是病原物从寄主植物活的细胞和组织中获取营养物质的能力。致病性是指病原物对寄主植物组织的破坏和毒害的能力，也称致病力或病毒性。

引起小粒种咖啡鲜果采后腐烂的病原菌（真菌和细菌）属于异养生物。它们自己不能制造营养物质，必须依赖自养生物供给现成的有机化合物来生活。异养生物获得营养物质的方式又分为腐生和寄生两种。只能利用其他生物的尸体或由其分解出来的有机物和无机物作为营养物质的称为腐生物。寄生物有从其他生物的活体内取得营养的寄生能力。根据寄生物对寄主的寄生能力，分为专性寄生物（只能寄生于活的细胞）和非专性寄生物（既能寄生，也能腐生）。

（2）寄主植物的抗性

寄主植物对病原物进攻的抵抗能力称为抗病性或忍耐力。采收后小粒种咖啡鲜果的抗病性与成熟度、伤口、生理病害等因素有关。一般来说，没有成熟的小粒种咖啡鲜果有较强的抗病性，伤口是病原物入侵小粒种咖啡鲜果的主要门户，有伤的小粒种咖啡鲜果容易感病。如果小粒种咖啡鲜果受到冷害后对病原物的抵抗力降低，也容易感病。

（3）环境条件

病原物生长的适宜温度一般为20～25℃，因此温度过高、过低对病原物都有抑制作用。在病原物与寄主植物的对抗中，温度对病害的发生起着重要的调控作用。一方面温度影响病原物的生长、繁殖和致病性；另一方面温度也影响寄主植物的生理、代谢和抗病性，从而制约病害的发生与发展。较低的温度能延缓小粒种咖啡鲜果的衰老，保持抗病性，抑制病菌孢子的萌发与侵染。

如果温度适宜，较高的湿度有利于病菌孢子的萌发和侵染。

第三节　小粒种咖啡鲜果湿法加工

小粒种咖啡鲜果的加工是形成商品豆的重要环节。由小粒种咖啡鲜果制成带壳小粒种咖啡豆的加工方式有三种，即湿法加工、半湿法加工和干法加工。湿法加工又称水洗法加工。

小粒种咖啡鲜果加工方式及加工工艺流程如图 2－9 所示。

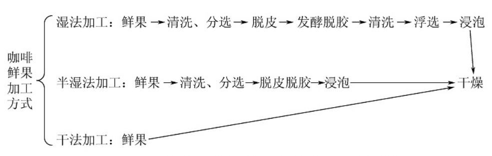


图 2－9　小粒种咖啡鲜果加工方式及加工工艺流程

一般情况下一、二级果常采用湿法加工；三级果或在无脱皮机及水源缺乏的地区，采用干法加工。湿法加工的主要优点是大大缩短了加工时间、商品咖啡豆的质量好，但必须具备下列条件。

（1）有充分清洁的水源。

（2）有足够的晒场或干燥设备。

（3）加工厂与小粒种咖啡种植园的交通相对方便，鲜果能及时送到加工厂。

一、湿法加工的设备和设施

湿法加工是先将小粒种咖啡豆从成熟的鲜果中分离出来，经过发酵处理，用水洗净豆粒表面，再干燥豆粒至含水率低于 12%的加工方法。

（一）湿法加工设备

湿法加工主要设备是咖啡鲜果脱皮机。

1. DV255CM 型立式咖啡脱皮机

（1）组成

DV255CM 型立式咖啡脱皮机由进料装置、去皮装置、机座、电动机、传动带、带轮、出料口、出皮口等组成。

（2）工作要求

咖啡鲜果中不能掺杂瓦砾、石子、木屑、钉子等。如果加工的咖啡鲜果杂质含量高，必须减小喂料叶片的开口，并保持机器底部无咖啡皮。

该机器可以在任何咖啡加工厂工作，安装面积小，仅需要 0.5m²，由于质量轻，不需特殊地基。

（3）安装使用注意事项

① 机器应安装在咖啡皮接收坑或运转槽的正上方。

② 永远保持机器底部和边罩没有咖啡皮。

③ 使用料斗喂料。

④ 飞轮与电动机带轮平行排列。

⑤ 确保移动料斗不会拆散机器。

（4）清理和维护

① 每天加工完咖啡鲜果后，保持机器运转，从料斗冲水清洗机器。清洗干净后关掉电动机，移走料斗和前保护罩，清理叶片出口和机器基座。将手伸入机器基座出口里，移走纤

维物，这些纤维物若积存在叶片里将影响机器的运转。

② 每周检查一次油位，如果油位低于刻度线，需要向油罐内注满清洁的油。

③ 每周检查一次叶片，用 20 号量器，测量叶片和筛筒的距离。

在整个咖啡收获季节结束后要对脱皮机进行大修。

（5）使用操作中的故障分析

① 脱皮机不工作。

可能原因：电动机未开；传动带没有调紧；线针损坏。

② 脱皮机产量低。

可能原因：喂料板太近；格套磨损；有异物在一个或者多个叶片处；脱皮机出皮口格套和前罩之间安装不正确，导致出皮口果皮堵塞；搅拌器板损坏或者磨损严重；脱皮机在低于推荐的转速下工作。

③ 果皮太多。

可能原因：脱皮机在高于推荐的转速下工作；喂料板开得太大；格套磨损；一个或者多个叶片没有正确设定；一个或者多个叶片磨损；格套没有正确安装在筛筒上；脱皮机出皮口格套和前罩之间安装不正确，导致出皮口果皮堵塞。

④ 脱皮机工作时，咖啡豆被挤压破损。

可能原因：格套齿开得太大或者太锋利；格套没有正确安装在筛筒上；一个或者多个叶片与格套间没有进行设定；有异物在一个或者多个叶片处；脱皮机没有在推荐的转速下工作；格套不是由原来设备制造商生产的。

⑤ 脱皮机不脱皮。

可能原因：格套磨损；没有正确设定叶片；一个或者多个叶片磨损；叶片进口阻塞。

⑥ 脱皮机物料堆积。

可能原因：所有叶片出口没有清理干净；格套磨损；脱皮机没有在推荐的转速下工作。

⑦ 出皮口果皮中有脱好皮的咖啡豆。

可能原因：所有叶片与筛筒的距离没有正确使用 20 号量器进行测量；格套、筛筒磨损；脱好皮的咖啡豆出口没有对准出料口。

2. 转盘式脱皮机

（1）组成

转盘式脱皮机（图 2－10）由进料斗、推料盘、擦片、龙骨、带孔铝板、电动机、皮豆分离装置、出料口、接豆器、垂直输送机等组成。

（2）工作原理

小粒种咖啡鲜果是在摩擦力和挤压力的作用下脱去果皮的。推料盘控制小粒种咖啡鲜果进入的量，带孔铝板的孔与龙骨相对应，控制小粒种咖啡鲜果进入的位置；小粒种咖啡鲜果进入进料斗，由推料盘推动小粒种咖啡鲜果滚动到带孔铝板的孔，小粒种咖啡鲜果由孔进入擦片和龙骨之间，小粒种咖啡鲜果果皮被擦破，不断地有小粒种咖啡鲜果进入擦片和龙骨之间，挤压使小粒种咖啡豆由皮中脱出，并流入分选机；分选机工作，在旋转、推进作用下，已经脱去果皮的咖啡豆直径小，从滚筒漏下，流入发酵池。未脱去果皮的咖啡鲜果比脱去果皮的咖啡豆直径大，不能从滚筒漏出，流到接豆器，进行二次脱皮，由垂直螺旋输送机提升到收果池。未脱皮的咖啡鲜果在高速旋转的垂直螺旋的带动下将获得很大的离心惯性，其值

大于螺旋叶片对咖啡鲜果的摩擦力，咖啡鲜果向叶片边缘移动压向机壳（提升通道），对机壳形成较大的压力，从而机壳对咖啡鲜果产生较大的摩擦力，此力足以克服咖啡鲜果重力在螺旋面上产生的下滑分力，同时，在螺旋叶片的推动下，咖啡鲜果克服机壳的摩擦力，实现咖啡鲜果的上升运动。

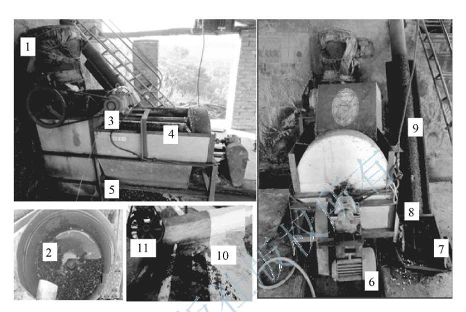


图 2-10 转盘式脱皮机

1—进料斗；2—叶片；3—带动推料盘的电动机；4—分选机；5—出料口；6—带动皮豆分离装置的电动机；7—未脱净豆粒接料口；8—转轴；9—提升管道；10—未脱净豆粒出料口；11—带轮

（3）影响脱皮机脱皮效果的因素

影响脱皮机脱皮效果的因素有推料盘的转速、擦片、龙骨、分选机等。

① 推料盘的转速。推料盘的转速高，进入脱皮腔的小粒种咖啡鲜果多，小粒种咖啡鲜果与擦片接触的机会少，小粒种咖啡鲜果果皮被擦破的可能性小，脱皮效果不好；推料盘的转速低，进入脱皮腔的小粒种咖啡鲜果少，小粒种咖啡鲜果与擦片接触的机会多，小粒种咖啡鲜果果皮被擦破的可能性大，脱皮效果好，但生产效率低。

② 擦片。擦片上有许多规律排布、呈三角形的凸起，如果凸起尖利，易将小粒种咖啡鲜果果皮擦破、刺破，脱皮效果好，但凸起太尖利会刺伤小粒种咖啡豆，导致豆粒易被微生物侵染，加工出来的小粒种咖啡豆品质极为低下；如果凸起不够尖利，小粒种咖啡鲜果果皮不易擦破、刺破，脱皮效果不好。

③ 龙骨。龙骨起到支撑和推进的作用，龙骨与龙骨之间的距离大，小粒种咖啡鲜果在脱皮腔停留的时间长，小粒种咖啡鲜果受到的摩擦次数多，挤压力大，脱皮效果好，但是生产效率低；龙骨与龙骨之间的距离小，小粒种咖啡鲜果在脱皮腔停留的时间短，小粒种咖啡鲜果受到的摩擦次数少，挤压力小，脱皮效果不理想；一般用六根龙骨。

④ 分选机。分选机由滚筒（皮豆分离装置）、螺旋推进器、电动机、出料口等组成。果皮和豆粒分离主要是由滚筒完成的。滚筒上有排列规整的分离槽，分离槽间隙大小直接影响分离效果。分离槽间隙过大，未脱皮的小粒种咖啡鲜果和已经脱皮的豆粒一同从出料口出来，分离不干净；分离槽间隙过小，已经脱皮的豆粒直径大的不能从出料口出来，只有直径小的才能从出料口出来，分离很干净，但是有些已经脱皮的豆粒混杂在果皮中，分离效果不

理想；所以分离槽间隙要适中。

（4）维护和保养

① 每班结束时，可用倒顺开关清除脱皮腔中的小粒种咖啡鲜果和咖啡豆。

② 电动机在工作时，周围环境应保持清洁，防止杂物在电动机运行时被卷入。

③ 定期清除电动机的污垢和灰尘。

④ 电动机的滚珠和滚珠轴承，所用的润滑油比较稠厚，运行 1000h 后，必须换油。换油前先用煤油清洗轴承和轴承盖，然后用汽油清洗一遍，擦干后加注新的润滑油。润滑油的用量不宜超过轴承盖容积的 2/3。

⑤ 在生产季节前，应做好脱皮机的检修，使之达到良好的技术状态。

⑥ 根据咖啡鲜果的实际情况进行转速的调整、分离槽间隙的调整。

⑦ 开机后要经常注意电动机的转动情况，机壳的松紧情况。

⑧ 每班结束后应进行一次全面的检查，如发现机件松动或传动带松弛，应加以紧固、调整；润滑部分要随时加润滑脂或机油；螺旋辊上的咖啡鲜果要清除干净。

⑨ 每年生产季结束后，应对脱皮机进行一次全面拆洗和维修，更换已经损坏或经磨损不合格的零件，应卸下传动带并妥善保管。

另外，研究者对手动脱皮机与电动脱皮机的最佳性能进行比较，采用小粒种咖啡，对手动脱皮机与电动脱皮机的性能进行了测试，测定最佳转速、进料速率和水流率以求得最大分离效率。对于直径为 18in（45.7cm）的手动脱皮机与电动单盘式脱皮机，最佳转速分别为 40r/min 和 150r/min，最佳进料速率分别为 2.5kg/min 和 9kg/min，最佳水流率分别为每千克咖啡豆 2L 和 3L 水，最大分离效率分别为 99.35%和 98.19%。

（二）湿法加工设施

湿法加工设施有虹吸池（收果池）、发酵池、洗豆池（槽）、浸泡池、废水（皮）处理池、晒场、晒架（床）、仓库等。

1. 虹吸池（收果池）的功用和维护

虹吸池的主要功用是将小粒种咖啡鲜果吸入即输送到脱皮机。由于虹吸池可将干豆浮出不进行第二次脱皮，会造成浪费，因此在普洱咖啡生产中不常用，而是用收果池代替虹吸池。

图 2-11 所示为两种收果池，一种有坡度的长方形，用水泥砌成，在一端的角落有出果口，较简易，如图 2-11（a）所示；另一种用水泥砌成，再贴上瓷砖，呈斗形，在一端的中部开出果口，如图 2-11（b）所示。两者都靠水的冲力将咖啡果冲下去。收果池的大小可根据生产量来决定。

虹吸池（收果池）使用完毕要用水冲洗干净，池内不能有杂物，避免咖啡鲜果有杂味，不人为损坏池子。

2. 发酵池的功用和维护

发酵池（图 2-12）的功用是发酵脱皮后的咖啡豆。

一般最大日加工量为 2t 的种植户，约需发酵池、洗豆池、浸泡池 6 个，每个容积为 $1.7m\times1.3m\times0.7m=1.55m^3$。发酵池的体积应介于 $1\sim10m^3$，深度不可超过 1.5m，池的数量和大小应根据果实产量确定。



(a) 简易型



(b) 斗形

图 2-11 收果池

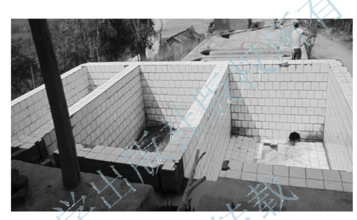


图 2-12 发酵池

发酵池用砖砌成，内外表面用水泥砂浆粉刷，再贴白色瓷砖；池子底面须做成 3°～5°的坡度，以便排水，排水管可用内径 40mm 的钢管，外端用堵头启闭，内端安装长约 20mm、周围均布小孔的钢管，这样可做到在排水时不漏掉豆粒。

应注意发酵池的卫生，避免感染杂菌，必要时可用石灰水清洗。生产结束后要将发酵池彻底清洗干净，不人为损害池子。

3. 洗豆池（槽）的功用和维护

洗豆池（槽）主要用于清洗、分级经过发酵的咖啡豆。洗豆槽由水泥砌成，一般用 7 层，总长一般为 50m，槽沟宽 40～50cm，槽沟高一般为 50cm，斜度 1%，底部铺砌地板砖，如图 2-13 所示。

洗豆池（槽）用完后应清洗干净，平时注意不要让其损坏。

4. 浸泡池的功用和维护

浸泡池用于浸泡清洗后的咖啡豆，用水泥砌成后再贴上瓷砖，如图 2-14 所示。浸泡池用完后应彻底清洗干净，平时注意不要让其损坏。

5. 废水处理池的功用和维护

废水处理池用于处理废液，用水泥砌成后再贴上瓷砖，如图 2-15 所示。废水处理池用完后应清洗干净，平时注意不要让其损坏。



图 2-13　洗豆槽



图 2-14　浸泡池

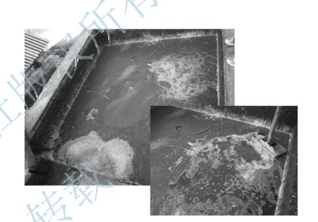


图 2-15　废水处理池

6. 晒场、晒架（床）的功能和维护

晒场和晒架（床）是用来晒咖啡豆的。晒场选平整的水泥地即可，如图 2-16 所示。晒带壳的咖啡豆前，要彻底清扫晒场。平时不能让会使咖啡产生异味的物质（如汽油、化肥等）污染晒场，而且注意不要让晒场损坏。



图 2-16　晒场

晒架（床）由晒网、角架组成，如图 2-17 所示。晒网有一定斜度，晒架长为 6m，宽为 1.2m，每个晒架可晒 300kg 左右的咖啡豆。清洗后的咖啡豆摊于晒网上，可滤去豆粒表面黏附的水，晒网下面不与地面接触，不受地气的影响，较干净，空气流动可带走部分水蒸

气，干燥速度略比晒场快。



图 2-17 晒架（床）

7. 咖啡干燥机

小粒种咖啡在干燥期间如碰到阴雨天气，特别是干燥的前期，无法太阳晒干时要用机器干燥。咖啡干燥机有两种，一种是热风槽式干燥机械，即在热风机的后面用水泥制作一个干燥槽，咖啡堆在干燥槽上，通过人工不定时翻动咖啡，使其干燥均匀；另一种是热风滚筒式干燥机（图 2-18），利用电能滚筒自动旋转翻动咖啡，使其干燥均匀。



图 2-18 热风滚筒式干燥机

热风槽式干燥机械因是人工翻动，咖啡干燥度一致性较差，咖啡杯品质量不是很好。热风滚筒式干燥机由于是机械自动旋转翻动，咖啡干燥度一致性较好。咖啡干燥机解决了聘用工人的困难和晒场不足的问题，但是咖啡杯品质量不是很稳定，使用咖啡干燥机时要掌握好干燥速率。

二、湿法加工工艺流程

湿法加工工艺流程：鲜果→清洗、分选→脱皮→发酵脱胶→清洗→浮选→浸泡→干燥→带壳咖啡豆。

三、湿法加工操作要求及注意事项

1. 鲜果

湿法加工对咖啡鲜果的要求是咖啡鲜果成熟度适宜，并且基本一致，即果实红润、晶莹发亮，用手指轻挤捏则咖啡豆易脱出果皮；呈新鲜状态，未有腐败现象；机械损伤果很少。

2. 清洗、分选

清洗和分选同步完成。将小粒种咖啡鲜果放入收果池中，打开放水开关，清洗小粒种

咖啡鲜果表面附着的灰尘、泥沙、小枯枝、叶片和微生物及部分残留的化学农药，为后续工序打下基础，从而保证小粒种咖啡豆的质量。在清洗过程中对混入小粒种咖啡鲜果中的极少干果和杂质进行分选，使它们与小粒种咖啡鲜果分开，从而便于脱皮，减少机器的磨损。清洗、分选用水量一般是小粒种咖啡鲜果与水之比为1∶1。

3. 脱皮

小粒种咖啡鲜果最好是采收当天进行脱皮，否则果实易由红色变成褐色，也易使咖啡豆在果皮内发酵，导致成品豆变酸，影响成品豆质量；另外，若小粒种咖啡鲜果被放置时间过长，果肉会变得很难与咖啡豆分开，从而导致不完全分离而可能损坏咖啡豆。

脱皮时小粒种咖啡鲜果由进料口进入，推料盘转动，外果皮受到摩擦、挤压与壳分离，流到滚筒分离器，将外果皮和咖啡豆分离，未脱干净的重新进行第二次脱皮。已经脱皮的咖啡豆从皮豆分离装置漏下，流入发酵池。皮豆分离装置的转速与推料盘的转速要相互协调，使进料、脱皮、分离达到理想的配合，避免挤伤、损坏咖啡豆（豆粒擦伤面大于1/8为破碎，擦伤面小于1/8为损伤）。咖啡豆擦破损坏，会导致微生物侵入，使咖啡豆变臭变黑而影响咖啡豆的品质。

脱皮效果受许多因素的影响。①咖啡鲜果大小不均，未脱皮的咖啡豆较多或者擦破率较高。固定磨盘和转动磨盘间隙调好后，咖啡鲜果大的易被挤烂，小的受到的摩擦力和挤压力小，果皮难去掉。②咖啡鲜果成熟度不均，因脱皮是在摩擦力、挤压力的作用下完成的，成熟度适中的刚好脱去果皮，其他的则果皮不易脱去。③由进料口进入推料盘时，水与咖啡鲜果的比例太大，即水进入得多，咖啡鲜果受到的摩擦力减小，未脱皮的咖啡豆较多；由进料口进入推料盘时水与咖啡鲜果的比例太小，咖啡鲜果脱皮不均匀，有的咖啡鲜果未脱去皮，有的挤压成裂碎豆，脱皮效果不好。④如果在咖啡鲜果中有小枯枝、树叶等，因小枯枝、树叶阻碍了咖啡鲜果受到推料盘的摩擦，脱皮效果不好；⑤推料盘转速过高，咖啡鲜果在推料盘中受到的摩擦次数少，未脱皮的咖啡豆较多；推料盘转速过低，咖啡鲜果在脱皮装置停留时间较长，有的咖啡豆受到机械挤压成裂碎豆，有的豆壳磨损厉害甚至伤及豆米，脱皮效果不好。

脱皮干净的小粒种咖啡豆如图2-19所示。脱皮不干净的小粒种咖啡豆如图2-20所示。



图2-19　脱皮干净的小粒种咖啡豆




【对应彩图】

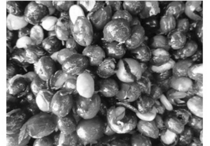
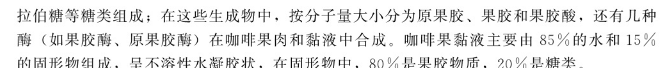


图2-20　脱皮不干净的小粒种咖啡豆

4. 发酵脱胶

在小粒种咖啡果实的发育过程中，果实中的糖（主要是半乳糖）氧化为羧酸（半乳糖醛酸），进而脱水成酸酐，酸酐聚合生成大分子量的果胶质化合物，果胶质主要由半乳糖、阿



拉伯糖等糖类组成；在这些生成物中，按分子量大小分为原果胶、果胶和果胶酸，还有几种酶（如果胶酶、原果胶酶）在咖啡果肉和黏液中合成。咖啡果黏液主要由85%的水和15%的固形物组成，呈不溶性水凝胶状，在固形物中，80%是果胶物质，20%是糖类。

黏液在咖啡果实差不多成熟时形成，在黏液发酵或溶解中，果胶物质在果胶酶的作用下，逐渐分解为小分子化合物，再降解为更小分子量的物质，直到成为简单的单分子酸和酯为止。

脱皮后的咖啡豆表面包有黏液，湿法加工的咖啡应将黏液完全除去，否则残留的黏液将给微生物提供有利的生长物质，致使咖啡出现异味；而且，这种黏液的吸湿性强，若不去除干净会影响咖啡豆的干燥速度。脱胶方式有下列三种。

① 化学脱胶。化学脱胶的方法很多，常用的是用石灰或NaOH等碱液处理。尽管化学脱胶能缩短发酵时间和降低成本，但影响小粒种咖啡品质，该法难以得到深入推广。

② 物理脱胶。物理脱胶就是通过摩擦清洗而脱去黏液，此法通常将脱皮后的咖啡豆送入水洗机清洗以达到脱胶的目的。

③ 生化脱胶。生化脱胶即自然发酵脱胶，在自然环境下微生物利用脱皮后咖啡豆表面黏附的糖，将大分子物质分解为小分子物质的醇、醛、酮等，从而除去黏液。

这里主要介绍自然发酵脱胶，即小粒种咖啡鲜果湿法加工中的发酵脱胶。

（1）自然发酵脱胶原理

脱皮咖啡豆和未脱皮咖啡豆会受到酵母菌、真菌、细菌等多种微生物的侵染；这些微生物生长发育时产生自己的酶，使黏液的糖类发酵。发酵主要在发酵池（缸、槽）中进行，发酵时间取决于小粒种咖啡豆的品种、数量、鲜果成熟度、气温等因素。

从生物化学上讲，发酵是无氧条件下一个有机化合物同时作为电子的供体和最终受体并产生能量的过程。

从微生物上讲，发酵是借助微生物在有氧或无氧条件下的生命活动产生初级代谢产物、次级代谢产物的过程。

发酵过程一般都是在常温常压下进行的，反应安全，要求条件比较简单。发酵所用的原料也很简单，通常以淀粉、糖蜜或其他农副产品为主，只要加入少量的有机和无机氮源就可进行反应。发酵过程反应的专一性强，能够专一性地和高度选择性地对某些较复杂的化合物进行特定部位的氧化、还原等化学转化反应，从而使大分子物质转化为小分子物质。

发酵是以微生物的生命活动为基础的。微生物生命活动有三个基本假设：一是代谢能支撑假设，即微生物生命活动的前提需要代谢能的持续供应；二是代谢网络假设，即微生物生命活动的内容是能量、物质的转化关系；三是细胞经济假设，即微生物的生命活动的法则是人和微生物合作的基础。

① 自然发酵脱胶的微生物来源。微生物因结构简单、繁殖快等特点在地球上分布很广泛。

a. 土壤中的微生物。土壤是微生物生活的最适环境。在土壤中分布着形形色色的微生物类群。

土壤具有微生物生命活动所必需的一切营养物质和适宜的生活条件。土壤中的水分是一种浓度很稀的盐类溶液，其中含有各种有机和无机氮素及各种盐类、微量元素、维生素等，类似于常用的液体培养基。土壤大多是中性偏碱，适宜大多数微生物生长。土壤中还含有气

体，主要是 CO_2、O_2 和 N_2。大部分地区土壤温度的变化在 0～30℃，并且在一年的大部分时间内其温度在 10～25℃，为微生物的生长繁殖提供了有利条件。土壤中含有大量的固形有机物和矿质元素，是微生物的营养库。

土壤中的微生物可以分为如下几类。

细菌：占土壤中微生物总量的 70%～90%，多数为腐生菌，少数是自养菌。

放线菌：占土壤中微生物总量的 5%～30%，是一类异好氧菌。

霉菌：主要生活在靠近地面的土壤中，在通气良好的土壤中，霉菌数量很多。

酵母菌：普通作土中酵母菌含量很少。

另外，作土中还分布有许多藻类及原生生物等。

b. 水中的微生物。水具有微生物生命活动适宜的温度、pH、氧气等。因此，水中生长着众多的微生物类群，它们的主要来源是土壤、空气、动植物尸体、人和动物的排泄物、工业及生活污水。水中存在的微生物 90%为革兰氏阴性菌，主要有弧菌、假单胞菌、黄杆菌等。鞘细菌及有柄附生细菌也常见于水中。微生物在水中呈现水平分布和垂直分布的规律。此外，相同水域因浓度不同微生物的含量及分布也不同。

c. 空气中的微生物。空气本身缺乏微生物生活所必需的营养物，日光也具有很强的杀菌作用。另外，空气一般是干燥的。因此空气不是微生物生活的良好环境。

空气中的微生物主要来源于带有微生物菌体及孢子的灰尘。这类微生物大多数是腐生性的，来源于人和动物，它们大多数是通过呼吸道排出的，其中也包含病原物，悬浮在大气中。空气中微生物的分布随环境条件及微生物的抵抗力不同而呈现不同的分布规律。空气中存在较多的、存活时间较长的是各种真菌、放线菌的孢子及细菌芽孢。空气中微生物的数目取决于尘埃的总量。

② 微生物的生长繁殖、营养、新陈代谢。微生物生长繁殖所需的营养物质主要有水、碳源、氮源、无机盐和生长因子等。水是各种生物细胞必需的，微生物新陈代谢过程中的一切生化反应都离不开水。碳源是微生物获取能量的主要来源，其中以糖类最易被利用。氮源主要是供给合成菌体结构的原料，很少作为能源利用。微生物需要的无机盐类很多，主要有 P、S、K、Na、Ca、Mg、Fe 等，其主要功能是构成菌体成分，调节渗透压，作为某些酶的成分并激活酶的活性等。有些微生物虽然供给其适合的碳源、氮源和无机盐类，但其仍不能生长，还要供给一定量的所谓“生长因子”。生长因子种类很多，主要是 B 族维生素的化合物等。

微生物的新陈代谢指微生物在生长发育和繁殖过程中，需要不断地从外界环境中摄取营养物质，在体内经过一系列的生化反应，转化为能量和构成细胞的物质，并排出不需要的产物的过程。微生物的代谢包括分解代谢（异化作用）和合成代谢（同化作用）。分解代谢是指细胞将大分子物质降解为小分子物质并产生能量的过程。合成代谢是指细胞利用简单的小分子物质合成复杂大分子物质的过程。

单细胞微生物如细菌，生长往往伴随着细胞数目的增加。当细胞增长到一定程度时，就以二分裂方式形成两个基本相似的子细胞，子细胞又重复以上过程。在单细胞微生物中，由于细胞分裂而引起的个体数目的增加，称为繁殖。在一般情况下，当环境条件适合时，生长与繁殖始终是交替进行的。从生长到繁殖是一个由量变到质变的过程，这个过程就是发育。

③ 影响微生物生长与死亡的因素。影响微生物生长与死亡的因素有温度、pH、水分活

度 A_w、渗透压、辐射、有机化合物、卤族元素及其化合物、抑制剂等。在自然发酵脱胶中涉及的主要影响因素是温度，其次是 pH、水分活度和渗透压。

温度是影响有机体生长与存活的重要的因素之一。在一般情况下，温度每升高 10℃，生化反应速率提高一倍；另外，机体的重要组成如蛋白质、核酸等对温度都较敏感，随着温度的增高而可能遭受不可逆的破坏。因此，只有在一定范围内，机体的代谢活动与生长繁殖才随着温度的上升而增加，当温度上升到一定程度时，开始对机体产生不利影响，如再继续升高，则细胞功能急剧下降以致死亡。

微生物能在很宽的温度范围内生长，在 14～194 ℉（华氏度$=32+\frac{9}{5}$摄氏度）。根据其温度生长范围，微生物分为三类，即嗜冷性微生物、嗜温性微生物、嗜热性微生物。嗜冷性微生物在冷藏或接近冷藏条件即 32～86 ℉下生长。嗜温性微生物在室温下或接近室温下即 50～110 ℉下生长。嗜热性微生物在 110 ℉下生长。

pH 是另一个能影响微生物生长的因素。微生物只能在一定 pH 范围内生长，酵母和霉菌能在较宽 pH 范围内生长，而细菌条件较严格。酵母生长 pH 为 2.0～8.5，霉菌生长 pH 为 1.5～9.0，革兰氏阳性菌生长 pH 为 4～8.5，革兰氏阴性菌生长 pH 为 4.5～9.0。所以利用 pH 能控制微生物生长。

水分活度表示食品中的水分可以被微生物利用的程度。在物理化学上水分活度是指食品的水分蒸汽压与相同温度下纯水的蒸汽压的比值，可以用公式 $A_w=p/p_0$ 表示，p 为某种食品在密闭容器中达到平衡状态时的水分蒸汽压，p_0 为在同一温度下纯水的蒸汽压；也可以用相对平衡湿度 $A_w=ERH/100$ 表示。

在装有水的密闭容器中，水上面的空气呈饱和状态，相对湿度为 100%，那么 A_w 为 1.0，所以水的水分活度为 1.0。在纯水中水分子排列松散，能供微生物利用。水中一旦加入某些物质（如糖和盐），水分子就结合到添加的物质上，整个溶液的性质就会发生改变，只有少量的水可供微生物利用。不同类群微生物生长繁殖的最低水分活度范围是大多数细菌为 0.99～0.94，大多数霉菌为 0.94～0.80，大多数耐盐细菌为 0.75，耐干燥霉菌和耐高渗透压酵母菌为 0.65～0.60。当水分活度低于 0.60 时，绝大多数微生物无法生长。

适宜微生物生长的渗透压范围较广，而且它们往往对渗透压有一定的适应能力。突然改变渗透压会使微生物失去活性，逐渐改变渗透压，微生物常能适应这种改变。对一般微生物来说，它们的细胞若置于高渗溶液中，水将通过细胞膜从低浓度的细胞内进入细胞周围的溶液中，造成细胞脱水而引起质壁分离，使细胞不能生长甚至死亡。相反，若将微生物置于低渗溶液或水中，外环境中的水将从溶液进入细胞内引起细胞膨胀，甚至使细胞破裂。

（2）自然发酵脱胶方法

自然发酵分为干法发酵和湿法发酵。

干法发酵（图 2-21）不需要加水，因为在前面清洗工序中，脱皮后的咖啡豆带有水分，可在发酵池中进行，也可在编织袋中进行。在发酵池中发酵时产生的热会自己散发出去，发酵温度不会太高，一般在 28～32℃，上下层的温度较难达到一致，可以采用人工翻拌的方式解决；如果发酵时间延长，微生物的侵害就会加重，并且开始产生有损风味的化合物。在编织袋中发酵时由于每袋所装咖啡豆一般在 40～50kg，发酵温度不是很均匀，袋中心温度与袋表温度有差异，导致发酵不均匀，因此要生产优质的咖啡豆，最好不采用编织袋发酵。



图 2-21　正在干法发酵的咖啡豆

干法发酵时间稍短，但均匀度稍差，也容易发酵过度，导致酸味大，咖啡豆的颜色比湿法发酵差。

湿法发酵是将已经脱皮的咖啡豆放入发酵池中，加入干净的清水，使水淹没咖啡豆表面并高出 3～5cm，在敞开发酵池中发酵时产生的热会自己散发出去，发酵温度不会太高，一般在 25～30℃，发酵过程中要翻动 2～3 次，使其发酵均匀，上下层的温度基本一致。湿法发酵需要的时间稍长，但发酵均匀，咖啡豆的颜色好，提高了咖啡的质量，减少了苦涩味。

无论是干法发酵还是湿法发酵，发酵时都产生酒精，使乙醇生成醋酸、乳酸、丁酸和其他更高级的羧酸，随着丁酸的产生，咖啡品质受到影响，如果发酵时间延长，微生物的侵害就会加重，并且开始产生有损风味的化合物。一般情况下，小粒种咖啡脱皮后需 24～48h 发酵，发酵时注意观察，检查并判断发酵是否适中。判断发酵是否适中，可取出少许咖啡豆，用手搓，若有粗糙感，说明发酵已完成。发酵开始 pH 略有升高，为 6.5～6.8，发酵结束时 pH 降到 4.5～4.8。气温在发酵过程中起着重要的作用，气温高时发酵速度快，应适当缩短发酵时间；反之，则应延长发酵时间。过熟咖啡果在未采摘前已发酵，因此很容易引起发酵过度，采收时应分开放置。需要注意的是，在对低海拔高度地区的咖啡进行发酵时一定要严格控制发酵时间，发酵时间过长会使咖啡豆出现二次发酵的现象，使咖啡豆的品质大大下降。

在普洱 11 月前，气温、水温较高，可采用干法发酵 10～15h，湿法发酵 17～24h，再用清水浸泡 10 多个小时即可。在 11 月以后，气温、水温较低，日照时间短，发酵时间要长，可以干法发酵，最好加盖麻袋或草席、薄膜等，发酵时间在 30h 以上。若遇到寒潮、阴雨天气，温度更低，发酵较困难，要加盖麻袋等，可加入上批已经发酵的适量咖啡豆，以促进发酵，发酵程度要控制好，以手搓有粗糙感为宜，发酵时间最好不要超过 50h。

（3）自然发酵脱胶注意事项

在自然发酵脱胶过程中，应注意以下几点。

① 发酵时应避免出现发酵过度或发酵不完全现象。

② 发酵池及用水要清洁卫生，必要时要适当遮盖发酵池。

③ 鲜果质量差异较大的豆要分别发酵，避免混入杂物或旧豆。

④ 发酵期间要翻动 2～3 次，要经常检查发酵是否达到要求。

⑤ 温度控制要得当。发酵温度不宜过高，否则可能引起不愉快气味的挥发，同时要防

止霉菌等有害病菌的产生。

总之，若发酵正确，容易脱去黏液，清洗后内果皮不粘手，咖啡品质能得到保证。

发酵不当对咖啡品质的影响：发酵不足的咖啡豆，豆粒果胶黏液很难清洗干净，豆粒干燥时间长，贮存时易吸潮，易发霉，咖啡豆会有霉味、生青味；发酵过度的咖啡豆会导致豆粒表面变黄，产生臭洋葱味，饮用质量差。

5. 清洗

清洗的目的是除去所有残留在咖啡豆壳表面的果肉；除去还未脱净的胶质、不溶物、细菌等。

清洗原理是咖啡豆在水的冲力作用下及豆粒与槽壁的摩擦作用下，咖啡豆壳表面的果胶和其他残渣脱离咖啡豆壳表面。

清洗可在发酵池洗涤、洗豆槽洗涤（图 2－22)、洗涤机洗涤。



图 2－22 工人清洗咖啡豆

常用清洗方法：咖啡豆发酵完成后，立即向发酵池内注入大量干净水搅拌清洗，然后将豆粒放入清洗分级槽内，加水并用刮耙倒向翻动清洗，在清洗过程中，通过水流的重力作用排除污水、皮、渣，将豆粒洗净。洗涤不干净或未洗的咖啡豆会发酵，导致所有的咖啡豆变酸。

6. 浮选

咖啡果在生长过程中因阳光、营养物质的供应不同等，使籽粒的饱满程度不同，咖啡豆有轻有重。好的咖啡豆密度都比较高，所以会沉入水中，而过度成熟的咖啡豆则会浮出水面，未完全成熟的咖啡豆在水的中下层。咖啡豆洗净后用流动水将轻、重豆粒分开，即浮选（图 2－23)，将洗净的轻豆（二级豆）放入一个池子内，再将洗净的重豆（一级豆）放入另一个池子内，注意把空瘪的漂豆捞出单独晾晒。

另外，浮选也可采用奥高分等机，通过过滤器把咖啡豆筛入一个大的水容器里，大而饱满的咖啡豆首先沉入水中，比较轻的咖啡豆则一直待在大容器里，从而达到分级的目的。在这一加工过程中，水可以循环使用。

7. 浸泡

清洗后的带壳咖啡豆其表面或许会有少许的残渣或者酵母菌，另外因发酵过程中可能有极少咖啡豆未完成完全发酵，浸泡使未完成发酵的咖啡豆在未清洗干净的酵母菌的作用下经过缓慢的微发酵，完成发酵过程，残渣在浸泡时溶于水中。因此，浸泡使咖啡豆壳表面黏附的物质极少，使咖啡豆的气味较纯净。将洗净的咖啡豆放入浸泡池中浸泡，清水要



图 2-23　浮选

超过豆堆表面 5～10cm，浸泡时间一般为 10～24h，当浸泡的水变浑浊时即可换水，其中须换水 1～2 次，以改善豆粒外观及杯品质量，同时减弱生青味。

8. 干燥

经浸泡的带壳咖啡豆沥干水后其含水量很高，需要对咖啡豆进行干燥，使其含水量降低至 12%左右。

带壳咖啡豆干燥的目的是减少带壳咖啡豆中的水分，将可溶性物质的浓度提高到微生物不能利用的程度，同时，带壳咖啡豆中所含酶的活性也受到抑制，带壳咖啡豆能够长期保存。

（1）带壳咖啡豆的干燥机理

带壳咖啡豆干燥是借助热能使湿咖啡豆中的水分蒸发，使水分降低到微生物难以利用的程度，微生物因得不到营养，而呈抑制状态，从而使带壳咖啡豆能够较长时间的保存。

水是一切生物体生命活动不可缺少的成分，微生物需要一定的水分才能进行一系列正常代谢。不同微生物所需的水分不同，细菌和酵母菌只有在含水量较高（30%以上）的食品中生长，而霉菌则在含水量 12%的食品中还能生长。

① 水分活度。水分活度又叫水分活性，$A_w = p/p_0 = ERH/100$。

水分对微生物生长活动的影响，严格地说，并不取决于带壳咖啡豆的水分总含量，而是它的有效水分，即取决于带壳咖啡豆的水分活度。微生物的活动及各种化学反应和生物化学反应都需要一定的水分活度。其中细菌对水分活度最敏感，其次是酵母菌和霉菌。在一般情况下，$A_w < 0.90$ 时，细菌不能生长；$A_w < 0.87$ 时，大多数酵母菌受到抑制；$A_w < 0.8$ 时，大多数霉菌不能生长。

带壳咖啡豆干燥是为了保存及后续加工。水溶液与纯水的性质是不同的，在纯水中加入溶质后，溶液分子间的引力增加，沸点上升，冰点下降，蒸气压下降，水的流速降低。游离水中的糖类、盐类等可溶性物质增加，溶液浓度增大，渗透压增高，造成微生物细胞壁分离而死亡，因而可通过降低水分活度，抑制微生物的生长，保存带壳咖啡豆。虽然带壳咖啡豆有一定的含水量（12%左右），但由于水分活度低，微生物不能利用。

② 干燥对微生物和酶的影响。带壳咖啡豆干燥是通过接受太阳光或其他热量使其失水的过程。在此过程中若采用太阳晒，带壳咖啡豆接受了肉眼看不到的紫外线及红外线照射，除能脱去带壳咖啡豆的水分外，还可以对带壳咖啡豆起消毒杀菌作用。虽然紫外线的穿透力不强，但是它能使微生物的核酸成分发生化学变化，造成微生物的死亡。而阳光中的红外线，其穿透力却很强，可使微生物体内形成热解。此外，在带壳咖啡豆水分蒸发的同时，也

蒸发掉微生物体内的水分，干燥后，微生物就长期地处于休眠状态，但环境条件一旦适宜，微生物又会重新吸湿恢复活动。由于干燥并不能将微生物全部杀死，只能抑制微生物的活动，因此，干的带壳咖啡豆并非无菌，遇到温暖潮湿气候、环境，就会引起带壳咖啡豆生霉变质。

酶的活性与水分有着密切的关系，许多以酶为催化剂的酶促反应，水除了起着一种反应物的作用外，还作为输送介质促使底物向酶扩散，并且通过水化作用促使酶和底物活化。不含任何物质的纯水 $A_w=1$，如带壳咖啡豆中没有水分，水蒸气压为 0，$A_w=0$。A_w 值高到一定值时，酶的活性才能被激活，并随着 A_w 值增高，酶的活性增强，当 $A_w>0.8$ 时，许多酶才有活性，当 A_w 在 0.2～0.3 时，淀粉酶、酚氧化酶和过氧化物酶会受到强烈的抑制甚至丧失其活性。

(2) 带壳咖啡豆的干燥过程和影响因素

带壳咖啡豆的干燥过程实际上是热、湿的传递过程，介质将热量传给咖啡豆，使带壳咖啡豆表面和内部汽化传给介质排出，根据干燥曲线及带壳咖啡豆的特性，便可以了解和分析带壳咖啡豆的干燥过程和影响因素。

在带壳咖啡豆的干燥过程中，水与带壳咖啡豆中的各种物质相互作用，使带壳咖啡豆具有本身的理化特性。带壳咖啡豆中的水分分为化学结合水、物理-化学结合水和机械结合水等。

化学结合水：这种水以严格的比例组成物质的分子，只有在高温或化学作用于原料时，才能脱去。带壳咖啡豆干燥时不能也不应脱去化学结合水。脱去化学结合水后，实际上改变了带壳咖啡豆的物理特性。

物理-化学结合水：这种水没有如化学结合水那样严格的比例关系，是无准确的数量关系的理化结合，如吸附结合水、细胞内的渗透压保持水等，没有溶剂的性能，因为它不能轻易地自由移动和参加化学反应，所以脱掉这部分水需要消耗一定的能量。

机械结合水：又叫自由水，为不定量的水，如各种大小毛细管水，具有水的全部性质。这部分水在带壳咖啡豆中既可以以液体形式移动，也可以以蒸汽形式移动，在带壳咖啡豆干燥时很容易释出。机械结合水类似于游离水。

带壳咖啡豆干燥时所需除去的水分，是机械结合水和部分物理-化学结合水。带壳咖啡豆在干燥过程中，水分的蒸发主要依赖两种作用，即水分外扩散作用和水分内扩散作用。

干燥开始时由于带壳咖啡豆中的水分大部分为机械结合水，所以蒸发时，水分从带壳咖啡豆表面蒸发得快，称水分外扩散，当水分蒸发至 50%～60%后，其干燥速度依带壳咖啡豆内部水分转移速度而定。干燥时带壳咖啡豆内部水分转移，称为水分内扩散。

① 带壳咖啡豆的干燥过程。吴涤非研究咖啡豆干燥过程时采用图 2－24 所示方法，对湿咖啡豆样品进行干燥过程分析，将湿法加工的带壳咖啡豆样品（含水量 54%）置于器皿中，在 80℃、气湿 10%的干燥箱内干燥，直到样品豆含水量降至 12%，测定样品豆的质量和豆温随时间的变化。要把水分从带壳咖啡豆中排出来，是一个复杂的过程，排除的快慢和程度受许多因素的影响和约束。要使脱水继续进行，就要不断地提供蒸发所需要的热量。另外，将蒸发的水汽排送出去，实质上是热和质的传递过程。

带壳咖啡豆干燥过程可用干燥曲线、干燥速度曲线和干燥温度曲线组合在一起完整地表示出来，如图 2－25 所示。

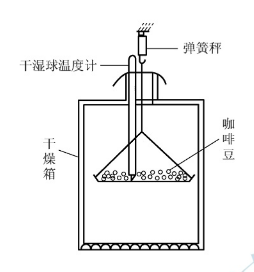


图 2-24　干燥样品示意图

（资料来源：吴涤非，1996. 湿法加工咖啡豆的干燥过程与干燥设备［J］. 热带作物机械化(1)：6-11.）

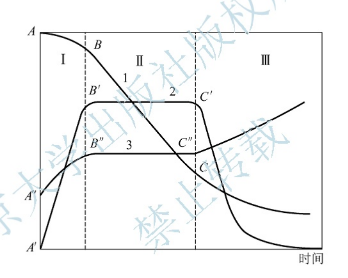


图 2-25　带壳咖啡豆干燥过程曲线

Ⅰ—初加热阶段；Ⅱ—恒速干燥阶段；Ⅲ—降速干燥阶段；

1—干燥曲线；2—干燥速度曲线；3—干燥温度曲线

（资料来源：罗云波，蔡同一，2001. 园艺产品贮藏加工学［M］. 北京：中国农业大学出版社.）

干燥曲线就是干燥过程中带壳咖啡豆绝对水分 $W_{绝}$ 和干燥时间 t 间的关系曲线，即 $W_{绝}=f(t)$。

干燥速度曲线是干燥过程中单位时间内带壳咖啡豆绝对水分变化 $\mathrm{d}W_{绝}/\mathrm{d}t$，即干燥速度与干燥时间的关系曲线，$W_{绝}/\mathrm{d}t=f(t)$。

干燥温度曲线就是干燥过程中带壳咖啡豆的温度 T 和干燥时间 t 之间的关系曲线，即 $T=f(t)$。

干燥初期干燥介质传递给带壳咖啡豆的热量主要用于带壳咖啡豆温度的提高，因此带壳咖啡豆表面温度上升，并很快达到湿球温度。带壳咖啡豆的干基含水量则沿着干燥曲线逐渐下降，而干燥速度则由零增大到最大值。实际上，本阶段为带壳咖啡豆初加热阶段（图 2-25 中的Ⅰ区）。

干燥过程经过初加热阶段进入干燥过程的第二干燥阶段，称为恒速干燥阶段（图 2-25 中的Ⅱ区），带壳咖啡豆表面的温度依然恒定。干燥介质传递给带壳咖啡豆的全部热量都消耗于水分的蒸发，带壳咖啡豆的含水量按直线规律下降，干燥速度在最大值稳定不变。同时带壳咖啡豆不被加热，其表面温度等于蒸发液体的温度即湿球温度，中心温度却低于湿球温度，因此在恒速干燥阶段，带壳咖啡豆内部会出现温度梯度。

当带壳咖啡豆中的大部分水分蒸发完后，带壳咖啡豆含水量下降到某一数值（带壳咖啡豆的含水量减少到 50%～60%，图 2-25 中的 C 点），此时带壳咖啡豆的含水量称为第一临界水分。从第一临界点开始，进入第三干燥阶段，即降速干燥阶段（图 2-25 中的Ⅲ区）。带壳咖啡豆的含水量继续沿着干燥曲线变化，干燥速度逐渐减小，传递给带壳咖啡豆的热量一部分用于水分的汽化，另一部分用于提高带壳咖啡豆的温度。干燥过程进行到带壳咖啡豆的含水量达到平衡含水量时，干燥速度等于零，带壳咖啡豆的温度等于干燥介质的干球温度，干燥终止。

当带壳咖啡豆受热干燥时，相继发生两个过程：①热量从周围环境传递到带壳咖啡豆表面使其表面水分蒸发（表面汽化）；②带壳咖啡豆内部水分传递到带壳咖啡豆表面（内部扩散）。干燥时带壳咖啡豆中的水分先通过内部扩散达到带壳咖啡豆表面，然后通过表面汽化被周围环境带走。干燥过程中水分的内部扩散和外部表面汽化是同时进行的，在不同阶段内部扩散速度不同。

带壳咖啡豆干燥的第三阶段豆温不能高，否则会因传热快，内部水分扩散加剧，而豆壳阻碍了水分扩散蒸发，内压增大，会出现爆腰现象，影响干燥品质，再者温度高又会损害咖啡豆的胚芽。因此，带壳咖啡豆干燥第三阶段的温度不能高，这对干燥周期是不利的。通常采用的干燥温度和时间控制如下：初始 90～100℃干燥 3～6h，继而控温在 80℃干燥 3～6h，最后用 60℃的控温干燥至带壳咖啡豆的含水量降至 12%。

② 带壳咖啡豆干燥的影响因素。

a. 咖啡豆组织结构的影响。咖啡豆仁被一层银皮包裹着，银皮外又有一层致密的豆壳，银皮和豆壳非紧密连接。这样的组织对干燥的影响比较大，无论是传热还是传质的阻力都比较大。传热又不完全是传导，是传导、对流兼有之，向豆内传热就缓慢；水分扩散又非全靠毛细管的作用，兼靠水汽的穿渗作用，水分扩散速度同样缓慢，这些都是带壳咖啡豆干燥时间长的原因。

b. 起始和终了含水率的影响。起始含水率越高，终了含水率越低，排除的水量也越多，就会增加带壳咖啡豆的干燥时间。

c. 介质温度、湿度的影响。介质温度、湿度对带壳咖啡豆的干燥影响很明显。在带壳咖啡豆干燥温度限制范围内，介质温度越高，干燥速度越快；介质的湿度越低，越有利于干燥的进行。因为温度高、湿度低的介质，对带壳咖啡豆的传热快，促进水分的扩散、蒸发；水分扩散、蒸发在低湿度介质中又容易进行，这两方面的积极因素对干燥都很有利。

d. 带壳咖啡豆干燥层厚的影响。带壳咖啡豆的干燥层铺放厚，传热和水分扩散的阻力就大，传热和水分扩散、蒸发就延缓，干燥效力下降，同时干燥均匀度也变差。

e. 带壳咖啡豆和介质的流向影响。带壳咖啡豆在干燥过程中振动或流动会增加传热和水分的扩散效果，有利于干燥。带壳咖啡豆在干燥过程中和介质逆向流动，或者介质垂直穿越流动的带壳咖啡豆都有利于干燥的进行。应该指出的是，带壳咖啡豆具有生物学特性，胚

芽在一定环境条件下可以发芽生长，是一种活组织，在干燥过程中，如果温度太高，就会受到影响。作为种子的带壳咖啡豆的干燥温度不能太高，应保持豆温在 60℃以下。

（3）带壳咖啡豆的干燥方法

带壳咖啡豆的干燥方法有自然干燥法和人工干燥法两种。人工干燥法的成本较高，因此在生产上常用的是自然干燥法。

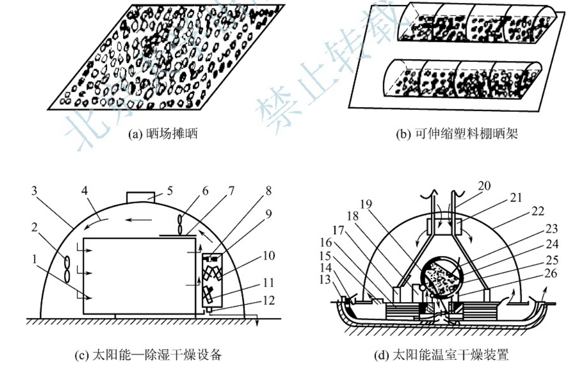
① 自然干燥法。自然干燥是利用自然条件（如太阳辐射、热风等）使带壳咖啡豆干燥。自然干燥一般包括太阳辐射的干燥作用和空气的干燥作用两个基本因素。太阳光的干燥能力和带壳咖啡豆水分蒸发的速度，主要取决于太阳辐射强度和带壳咖啡豆表面接受的辐射强度，这种因子在自然环境条件下人力是无法加以控制的，只有在晒场位置的选择及晒制管理上加以注意，如选择的晒场要有充分的阳光照射，尽量获得最长照射时间。

自然干燥法简便易行，仅需要晒场和简陋的晒具，管理粗放，生产成本低，咖农有丰富的经验。但是，自然干燥速度慢，受气候的限制，常常因阴雨天气致使带壳咖啡豆变色、变酸、变臭。

自然干燥法中，利用太阳能进行干燥的，有以下四种方式。

a. 晒场摊晒，如图 2－26（a）所示，将带壳咖啡豆均匀摊放在晒场上晾晒，间隔一段时间翻动，干燥周期 10～15 天，费工费时，又受气候限制。

b. 可伸缩塑料棚晒架，如图 2－26（b）所示，集热和排湿情况与晒场差不多，但保温性好一些，对气候影响的因素有所改善，干燥周期同样长，也费工。



(a) 晒场摊晒　(b) 可伸缩塑料棚晒架

(c) 太阳能—除湿干燥设备　(d) 太阳能温室干燥装置

图 2－26　自然干燥示意图

1—被干燥物料；2、6—风机；3—玻璃房；4—空气流；5—温度平衡装置；7—导风布；8—主机内风机；9—主机；10—冷凝器；11—蒸发器；12—集水盘；13—第一废气口；14—第二废气口；15—部分废气循环口；16—余热库；17—煤炉；18—变速箱；19—排风机；20—烟气筒；21—冷气道及热交换器；22—玻璃；23—齿圈；24—转筒；25—托轮；26—密封装置

（资料来源：吴涤非，1996. 湿法加工咖啡豆的干燥过程与干燥设备 [J]. 热带作物机械化(1)：6－11.）

c. 太阳能—除湿干燥设备，如图 2-26（c）所示，干燥效果比较好，较经济，但生产率不理想，缺少附加加热装置，也受气候条件影响。

d. 太阳能温室干燥装置，如图 2-26（d）所示，在干燥室内设置了附加加热装置，解决因气候影响的供热补充问题，同时在温室采用滚筒干燥器可提高干燥均匀度。

自然干燥时必须注意以下几点。

a. 如果脱胶后的带壳咖啡豆仍较潮湿，必须将其铺成小于 5cm 厚的薄层。

b. 在干燥过程中，要避免带壳咖啡豆被雨水或露水淋湿。

c. 在干燥过程中，应每天翻动带壳咖啡豆几次，以加快干燥速度且使带壳咖啡豆干燥均匀。

d. 不够干燥的带壳咖啡豆必须保存在湿度不大、通风宽敞的地方。

e. 在表面干燥阶段，咖啡豆容易变酸或出现异味，因此应尽量缩短此阶段的干燥时间，尽快使其含水量降至 45%以下。

f. 表面脱水后，应每晚把带壳咖啡豆堆起来并加以遮盖，以助于咖啡豆内水分分布均匀。

g. 干燥度不同的带壳咖啡豆应分开堆放。

② 人工干燥法。人工干燥法是人工控制脱水条件的干燥方法。人工干燥不受气候条件的限制，可大大提高干燥速度，缩短干燥时间，获得理想的干燥含水率。但是人工干燥需要干燥设备，耗能，成本较高，技术较自然干燥复杂。人工干燥利用过热蒸汽或者油炉及电加热装置的加热空气作传热湿介质；干燥设备要求高效、优质、低耗、调控性好，使用成本低，保养维修方便，可靠性好。干燥设备可用隧道式干燥机、传带式干燥机等，还可用远红外器和微波干燥器（这两种本文不做介绍）。这些机器设备对带壳咖啡豆的干燥品质有待研究。

隧道式干燥机是指干燥室为一狭长隧道形的空气对流式干燥机。地面上铺轨道，装载待干燥原料的载车沿轨道以一定速度向前移动而实现干燥。干燥间一般长 12～18m，宽约 1.8m，高为 1.8～2.0m，在干燥间的侧面有一个加热间，内装设加热器和吹风机，推动热空气进入干燥间，使原料受热水分蒸发。湿空气一部分自排气孔排出，一部分回流到加热间使其余热得到利用。根据热空气的流动方向与载车运行的方向可分为顺流式、逆流式和联合式三种。

传带式干燥机是在厢室内装置多层循环运行的金属履带，原料由进料斗均匀地落下在最上层的履带上，由履带的移动速度控制原料铺放的厚度，履带将原料送至末端时，将原料卸落在第二层履带上，而第二层履带的移动方向与上层履带相反，如此反复装卸向下逐层移动，至最后一层的终端卸出干制品。其热源采用蒸汽，暖管装在每层金属网的中间。

人工干燥时要注意以下几点。

a. 干燥过程中，风速达 1.6m/s 后，再增大风速对加速干燥无影响，说明干燥属内部水分迁移控制模型。

b. 提高温度可提高干燥速率，但受带壳咖啡豆耐热性限制，在初期干空气温度可控制在 80～85℃，中期在 70～75℃，后期在 60～65℃。

c. 干燥设备上带壳咖啡豆厚度的增加，将降低带壳咖啡豆的干燥速度。在实际生产中应定时加以搅拌以使带壳咖啡豆温度均匀。

（4）带壳咖啡豆的干燥特征及阶段

干燥时随着水分的减少，带壳咖啡豆表现出不同的特征，因此将带壳咖啡豆的干燥分为几个阶段，各阶段的干燥特征如下。

① 表皮干燥阶段。此阶段带壳咖啡豆豆含水量很高（45%～55%），咖啡很容易变酸或出现臭洋葱味，因此必须将带壳咖啡豆的水分含量尽快降低到45%以下。晾晒时要摊薄，厚度一般以不超过5cm为宜。无论采用晒场还是晒架都必须经常翻动豆粒，否则豆粒会出现颜色不一致，甚至会引起重新发酵，造成臭豆。

② 白色干燥阶段。表皮干燥结束后，带壳咖啡豆表皮的水分已干（含水量33%～44%），种壳与咖啡豆之间无水分，豆呈灰白色；此阶段必须缓慢进行，防止太阳暴晒，以免造成种壳炸裂。因此，在中午温度最高时期要适当荫蔽，或者增加摊晒层厚并增加搅动次数。此阶段需要2～3天。

③ 软黑阶段。此阶段带壳咖啡豆的含水量为22%～32%，豆呈黑色、稍透明、质软；这个时期阳光射线要能够穿透种壳进入豆内部从而引起必要的化学变化。

④ 中黑阶段。此阶段带壳咖啡豆的含水量为16%～21%，豆呈黑色、质硬；这个时期带壳咖啡豆可晒厚点，并可以短时间的贮存。

⑤ 硬黑阶段。此阶段带壳咖啡豆含水量为13%～15%，豆呈黑色、硬；干燥可快速进行，必要时可使用烘干机。这个阶段带壳咖啡豆内部水分分布均匀，装袋贮存可达1个月而不会降低质量。

⑥ 全干阶段。此阶段带壳咖啡豆的含水量为10%～12%，最佳的是11%～12%，豆呈深绿色、硬；是干燥的终止阶段。

⑦ 过干，带壳咖啡豆含的水量在10%以下，豆呈黄绿色或者发白；此含水量的咖啡豆其品质较低。

带壳咖啡豆的干燥是一个不可逆的生产过程，工作一旦开始就不能让带壳咖啡豆再回潮，否则会造成大量的坏豆，如海绵豆、白豆、黑豆等。

9. 带壳咖啡豆品质要求

经过前期的加工后带壳小粒种咖啡豆如图2-27所示，水分含量为11%～13%，品质应达到带壳小粒种咖啡豆的要求。





【对应彩图】

图2-27　带壳小粒种咖啡豆

（1）外观和感官特性

带壳小粒种咖啡豆分为一级、二级、三级。各等级带壳小粒种咖啡豆的外观及感观特性见表2-1。

表 2-1　各等级带壳小粒种咖啡豆的外观及感观特性

项目	一级	二级	三级
外观	白亮或淡黄色，清脆、饱满，略带果皮或异物，半球形	白亮或淡黄色，清脆、饱满，部分带有果皮或略有异物，半球形	淡黄色，饱满度差，带果皮较多或略有异物，船形或半球形
感官	气味清新，无异味	气味清新，无异味	气味不太清新

（资料来源：方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116-118.）

（2）物理指标

各等级带壳小粒种咖啡豆的物理指标见表 2-2。

表 2-2　各级带壳小粒种咖啡豆的物理指标

项目	一级	二级	三级	检验方法
带果皮率	<1%	<10%	<40%	GB/T 15033
异物	<0.5%	<1.0%	<1.0%	
出豆率	>80%	>70%	>50%	

（资料来源：方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116-118.）

（3）化学指标

各等级带壳小粒种咖啡豆的化学指标见表 2-3。

表 2-3　各等级带壳小粒种咖啡豆的化学指标

项目	指标/(%)	检验方法	项目	指标/(%)	检验方法
水分	≤12.5	ISO 1447	总糖	≥9.0	GB 5009.8
灰分	≤4.0	GB 5009.4	蛋白质	≥11.0	GB 5009.5
水浸出物	≥20	GB/T 8305	粗脂肪	≥7.0	GB 5009.6
咖啡因	≤1.0	ISO 10095	粗纤维	≤18.0	GB/T 5009.10

（资料来源：方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116-118. 检验方法执行标准有改动）

（4）卫生指标

各等级带壳小粒种咖啡豆的卫生指标见表 2-4。

表 2-4　各等级带壳小粒种咖啡豆的卫生指标

项　　目	指标/(mg/kg)	检验方法
砷（以 As 计）	≤0.5	GB 5009.11
铅（以 Pb 计）	≤0.5	GB 5009.12
铜（以 Cu 计）	≤15.0	GB 5009.13
六六六	不得检出	GB/T 5009.19
DDT	不得检出	GB/T 5009.19

（资料来源：方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116-118. 检验方法执行标准有改动）

10. 带壳咖啡豆的贮藏

带壳咖啡豆干燥后放入仓库贮藏，要注意以下几点。

（1）存放带壳咖啡豆的仓库必须干燥、通风良好且无漏雨现象。

（2）仓库地板要做防潮处理，地面最好铺一层木板，带壳咖啡豆不能直接与墙壁接触。

（3）不得将带壳咖啡豆与化肥、农药等有强烈气味的物品存放在同一仓库内。

（4）仓库需专人管理，避免鼠害和虫害，并定期抽检。

（5）带壳咖啡豆贮藏时间一般不宜超过六个月。

（6）仓库的湿度与温度也很重要，理想的相对湿度是50%～63%，理想的温度是20℃以下。

11. 带壳咖啡豆入库及管理

将带壳咖啡豆用包装袋装好后进入仓库，注意不得与其他物品混杂。带壳咖啡豆的入库和出库应有记录。仓库管理如下。

（1）为使带壳咖啡豆出入库方便，容易在仓库内移动，将带壳咖啡豆面向通道堆放，如图2-28所示。



图2-28　带壳咖啡豆仓库堆放

（2）为有效利用库内容积，应尽量向高处码放；为防止破损，保证安全，应当尽可能使用棚架等保管设备。

（3）带壳咖啡豆出库依据先进先出的原则。

（4）不得将带壳咖啡豆直接置于地上，要加垫板、纸皮，予以保护存放。

（5）要注意仓储区的温度、湿度，保持通风良好，干燥、不潮湿。

（6）仓库内要设有防水、防火、防盗等设施，以保证带壳咖啡豆的安全。

（7）带壳咖啡豆进出库要做好登记工作，以便明确保管责任。

（8）仓库要门禁管理，不相关人员不得随便入内。

12. 湿法加工卫生要求及管理

为确保小粒种咖啡鲜果湿法加工生产安全、质量可控，湿法加工应有规章制度，使咖啡加工生产按加工工艺流程和卫生要求进行规范性操作，其要求及管理要点如下。

（1）加工人员必须进行卫生检查，无论是长期固定工人，还是临时聘用的工作人员都要求持健康证上岗，以确保咖啡生产的卫生质量。

（2）带壳咖啡豆晒场必须是干净、清洁、无污染的水泥地面，塑料棚晒架要坚固，网孔要清洁，同时要防止家禽进入晒场，以免家禽粪便造成污染。

（3）盛装咖啡鲜果的袋子不能使用装过肥料的塑料编织袋，需购置无污染、无异味的新编织袋，防止果实被污染。

（4）运送咖啡鲜果的车厢应干净、清洁，不得有肥料、农药、动物粪便等带异味的污染物，同时不得和有异味的物品混运。

（5）晒场闲人莫入，并禁止随意吐痰和大小便；翻晒带壳咖啡豆的工作人员穿的鞋子必须干净或者使用专用翻晒鞋。

（6）有绿色食品生产要求的要设专用仓库，专人负责。

（7）需要有消防设施、设备。

（8）建立初加工档案管理制度，做好采收、加工、包装、贮存、入库、出库记录，见表2-5、表2-6。

表2-5 采收及加工记录

项　目	记　录	项　目	记　录
采收时间		清洗情况	
鲜果数量		浮选分等	
鲜果状况		浸泡状况	
脱皮情况		干燥方法、时间	
发酵情况		干豆数量	
记录人		技术负责人	
备注			

表2-6 包装及贮存记录

项　目	记　录	项　目	记　录	项　目	记　录
包装材料		包装封口状况		堆放情况	
入库时间		出库时间		入库量	
贮存温度		贮存湿度		贮存时间/h	
仓管员		技术负责人			
备注					

13. 湿法加工环境保护管理

（1）追踪并记录咖啡加工操作中用于脱皮、清洗和分选的用水总量；并对此用水进行回收利用。

（2）咖啡鲜果和用水量的比例不高于1∶1（1000L鲜果∶$1m^3$）。

（3）要用不影响本地环境和周围环境的方式对脱皮和清洁用的废水进行管理，要经过处理后方可排放，并且排入点距离排出口40m以上。

（4）如果要将脱皮和清洗后的水排入水塘或污水池，每月要对所排出的水进行废水测试，需要达到的指标：①生物氧化需求量（1000mg/L或ppm）；②化学氧气需求量（1500mg/L或ppm）；③pH（5.0～9.0）。不能对邻近水体或当地的水体造成污染。

（5）要用不影响本地环境和周围环境的方式对加工废物进行管理；果皮、果肉、黏液及不合格的鲜果经过处理后用作肥料或用作它用。

（6）干燥带壳咖啡豆的能源以太阳能为主，如果需要用其他的能源，以节约为原则，并且要考虑余热的再利用。

四、湿法加工中常见引起缺陷豆的原因

1. 黑豆

豆子呈黑色，如图 2-29 中①、②、③所示。

产生黑豆的原因：①在浆果生长过程中干旱、缺水；②发酵时间过长；③落地果在地上发酵；④干燥过程中豆子回潮、淋雨；⑤仓库湿度太大。

2. 酸豆

豆子发黄，如图 2-30 所示。

产生酸豆的原因：①真菌感染；②采收后不及时脱皮；③发酵时间过长；④发酵池不干净；⑤使用了污染过的水；⑥在豆子很潮时，堆成堆；⑦贮存仓库湿度太大，通风条件不好。

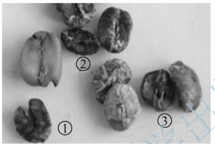


图 2-29 黑豆



【对应彩图】

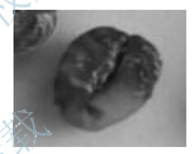


图 2-30 酸豆

3. 水晶豆

豆子呈半透明状，如图 2-31 所示。

产生水晶豆的原因：机器干燥温度超过 55℃。

4. 褪色带斑点豆

豆子发白，上面有斑点，如图 2-32 所示。

产生褪色带斑点豆的原因：豆子干燥完毕回潮或者没有干燥彻底就入库。



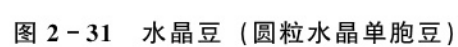


图 2-31 水晶豆（圆粒水晶单胞豆）



【对应彩图】



图 2-32 褪色带斑点豆

5. 褪色豆

豆子发白，如图 2-33 所示。

产生褪色豆的原因：①贮存时间太长；②仓库湿度大。

6. 黄豆

豆子呈黄色，如图 2-34 所示。

产生黄豆的原因：干燥过度。

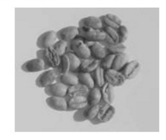


图 2-33　褪色豆



【对应彩图】



图 2-34　黄豆

7. 琥珀豆

豆子呈琥珀色。

产生琥珀豆的原因：土壤缺乏养分。

8. 损伤豆

豆子开裂或不完整，如图 2-35 所示。

产生损伤豆的原因：脱皮机的脱壳间隙调节不当。

9. 虫害豆

豆上有虫眼，如图 2-36 所示。

产生虫害豆的原因：咖啡浆果受虫害。

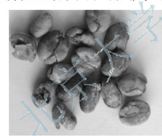


图 2-35　损伤豆



【对应彩图】



图 2-36　虫害豆（林姗提供图片）

10. 皱豆

豆子表面起皱，如图 2-37 所示。

产生皱豆的原因：①干旱；②土壤缺养分。

11. 不成熟豆

豆子呈不正常的绿色，银皮相对难脱，豆粒的形状有点像船形，如图 2-38 所示。

产生不成熟豆的原因：咖啡浆果不成熟就采收。



图 2-37　皱豆



【对应彩图】

图 2-38　不成熟豆

12. 裂碎豆

豆子不完整，如图 2-39 所示。

产生裂碎豆的原因：①脱皮机调节不当；②咖啡浆果不成熟就采收；③干燥过程中被踩踏。





【对应彩图】

图 2-39 裂碎豆

13. 弱豆

豆子呈灰黑色。

产生弱豆的原因：豆子干燥不完全就入库。

以上所列瑕疵豆是会严重影响咖啡口感和味道的坏豆，属于不能容忍的瑕疵。有一类豆不在此列，它的存在不一定会影响咖啡口感，这种豆表面有裂纹，用手可以掰成两瓣，掰开后的豆子像贝壳一样，因此称为贝壳豆。贝壳豆本身无瑕疵，只是形状不规则，不利于受热，但不直接影响口感，一般不列入瑕疵豆。

五、废水处理

1. 废水处理的方法分类

废水处理的方法有物理法、化学法和生物法。

(1) 物理法

物理法利用物理作用分离废水中呈悬浮状态的污染物，主要有沉淀法、过滤法、离心分离法、吸附法等。

(2) 化学法

化学法利用化学反应原理及方法分离、回收废水中的污染物，或者改变污染物的性质，使其从有害变为无害的处理法，主要有化学凝聚法、中和法、氧化还原法、离子交换法。

(3) 生物法

生物法主要是利用微生物的生命活动过程，对废水中的污染物进行转移和转化，从而使废水得到净化的方法。目前利用微生物处理废水是较生态环保的。

2. 生物法处理废水

小粒种咖啡初加工脱胶采用自然发酵，产生的废水具备微生物生长繁殖的条件，因而微生物能从废水中获取养分，同时降解和利用有害物质，从而使废水得到净化。

利用微生物处理废水是通过微生物的新陈代谢活动，分解废水中的有机物，从而达到净化废水的目的。微生物能从废水中摄取糖、蛋白质、脂肪、淀粉及其他低分子化合物。微生物新陈代谢类型有需氧型和厌氧型两种，因此，净化方法分为好氧净化法和厌氧净化法。

① 好氧净化法。有氧存在条件下，许多好氧微生物通过分解代谢、合成代谢和物质矿物化，在把有机物氧化分解为 CO_2 和 H_2O 等过程中，获寻 C、N、P、S 和能量。好氧净化法就是利用微生物新陈代谢的需氧型原理，把微生物置于一定的构筑物内通气培养，高效率净化废水的方法。

② 厌氧净化法。微生物在严格厌氧条件下，有机物发酵或消化过程中，大部分有机物被分解生成 H_2、CO_2、H_2S 和 CH_4 等气体。废水的生物厌氧净化就是依据废水经厌氧发酵后既得到净化，又获得了生物能源 CH_4 的原理。

微生物细胞能量转移的电子受体，由好氧条件下分子氧改变为厌氧条件下的有机物。在厌氧条件下，不溶于水而难分解的大分子有机污染物，被微生物的胞外酶降解为可溶性物质，再由产甲烷厌氧细菌和产氢细菌降解为低分子有机酸类和醇类，并放出 H_2 和 CO_2；有机酸类和醇类经产甲烷菌降解为 H_2、CO_2 和 CH_4。产甲烷菌还可利用 H_2 还原 CO_2，形成 CH_4。

（1）微生物净化过程

① 有机污染物的浓度由高变低。

② 异养菌迅速氧化分解有机污染物而大量繁殖，然后是以细菌为食料的原生动物出现数量高峰，再后是由于有机物矿化，利于藻类的生长，因此出现藻类的生长高峰。

③ 溶解氧随着有机物被微生物氧化分解而大量消耗，浓度很快降到最低点，随后，由于有机物的无机化和藻类的光合作用及其他好氧微生物数量的下降，溶解氧浓度又恢复到原来水平。

这样，在离开污染源相当的距离后，水中的微生物数量、有机物及无机物的含量，也都下降到最低点。于是，水体恢复到原来的状态。

（2）微生物处理的优点

微生物具有来源广、易培养、繁殖快、对环境适应性强、易变异的特征。在生产上利用较容易采集的菌种进行培养繁殖，并在特定条件下进行驯化，使之适应不同的水质条件，从而通过其新陈代谢活动使有机物无机化。另外，微生物的生存条件温和，新陈代谢时不需要高温高压，而且不需要投加催化剂。生物法处理废水具有废水处理量大，处理范围广，运行费用相对较低，所要投入的人力、物力比其他方法要少得多等优点。在废水生物处理的人工生态系统中，物质的迁移转化效率之高是任何天然的或农业生态系统所不能比拟的。

（3）废水中微生物种类变化与净化的关系

废水性质和污染程度不同，微生物种类和数量就会有很大差别。在处理系统中，好氧微生物的优势种群组成和数量也相应地发生变化。例如，当含纤维素较多的废水进入反应系统时，纤维素分解菌就会大量繁殖；而当蛋白质大量进入该系统时，会使微生物群落中的氨化菌种群占优势。

原生动物中有的种类及数量对水质因素（如氧溶量、pH 等）的变化较敏感，故可以作为鉴定废水污染程度的指示生物。如草履虫、小口钟虫、肾状豆形虫、板壳虫等大量出现于受重污染和有机物很多的水中。在中度污染和有机物较多的水中，原生动物种类及数量最多。水清澈有机物又很少的水中则原生动物种类也少。

废水中原生动物的种类和数量与净化处理的效果有着密切关系，因此原生动物可以作为净化情况的指示生物，可由它们对净化处理效果做出预报。一般游动鞭毛虫类或自由生活的

纤毛虫类占较大优势时，往往说明净化效果较差，或废水处于培育活性污泥初期。当发现有固着纤毛虫类时，活性污泥已经形成。轮虫有自净作用，如活性污泥中有大量轮虫和多种纤毛虫出现，说明有机污染物含量很少，净化度较高，污水处理效果好。水蚯蚓对污水也有自净作用，其种类与数量随污染的减轻而减少。在净化效果较好的污水中，还会出现线虫、颤蚯蚓等后生动物。

3. 生石灰处理废水

由于咖啡豆发酵的 pH 在 5～6，发酵结束后放出的废水其 pH 小于 7，属于酸性，该废水流经的植物很难存活，要经过处理后才能排放。

将发酵的废水集中到池子中，等水分蒸发后，将池底的沉积物用生石灰拌均匀可做农家肥。

还可采用两级曝气池或两级生物滤池或多级生物转盘或联合使用两种生物处理装置，也可采用厌氧-需氧串联的生物处理系统对废水进行处理。

第四节　小粒种咖啡鲜果半湿法加工

半湿法加工与湿法加工最大的区别在于脱胶环节，半湿法加工采用的是机械脱胶，即用机器一次性完成对小粒种咖啡鲜果的脱皮脱胶而进入干燥工序，从而省去了发酵时间、发酵后清洗的人力，节省洗豆槽等，还可避免因脱皮时的机器损伤使咖啡豆变色及发酵程度控制不当而导致的产品质量下降，从而大大降低了次品率，提高了经济价值，进而降低了咖啡豆的拣杂难度，提高了产品的附加值。

一、半湿法加工的加工设备和设施

（一）半湿法加工设备

半湿法加工设备主要是清洗分选机、脱皮脱胶组合机。

1. 清洗分选机

清洗分选机是用钢板焊接而成的，呈槽状，槽底阶梯开孔，如图 2－40 所示。

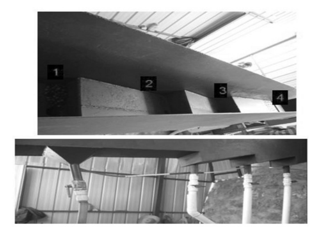


图 2－40　清洗分选机

1—一台阶；2—二台阶；3—三台阶；4—漏水斗（下管道与之对应）

清洗分选机一方面起到送果的作用，另一方面起到去泥沙、小石头、杂质的作用。咖啡鲜果在水力的作用下，泥沙及杂质由一、二、三台阶的漏出口漏出，四台阶的出口是出水口，将此处水放出可循环利用（主要是用于输送脱胶后的咖啡豆）。

2. 脱皮脱胶组合机

（1）组成

脱皮脱胶组合机由进料斗、脱皮机、脱胶机、分离机、输送管道、排水管道、除去杂物闸阀及管道、分级机、出豆口、输送管道、送果槽、接果器等组成。图 2-41 所示为 DVC-183 型脱皮脱胶组合机。



图 2-41 DVC-183 型脱皮脱胶组合机

1—脱皮机；2—脱胶机；3—输送皮的管道；4—放水管道；5—放泥沙管道；6—分级机；7—一级豆出口；8—二级豆出口管道；9—洗胶的废水管道；10—送果槽；11—接果器

（2）工作原理

咖啡鲜果进入进料斗，由推料盘控制小粒种咖啡鲜果进入的量，带孔铝板的孔与龙骨相对应，控制小粒种咖啡鲜果进入的位置；小粒种咖啡鲜果进入进料斗，由推料盘推动小粒种咖啡鲜果滚动到带孔铝板的孔处，小粒种咖啡鲜果由孔进入擦片和龙骨之间，擦破小粒种咖啡鲜果果皮，不断地有小粒种咖啡鲜果进入擦片和龙骨之间，小粒种咖啡鲜果受到挤压而使小粒种咖啡豆由皮中脱出，皮和豆全部流入皮豆分离机（图 2-42）；皮豆分离机工作，在旋转、推进作用下，已经脱去果皮的咖啡豆直径小，从滚筒漏下，皮与豆分离；皮豆分离机因有转轴转动，推挤咖啡豆运行，咖啡豆经过分离机，在分离过程中由于摩擦、挤压作用使豆粒小的咖啡豆表面所黏附的黏液大部分除去，从下排口排出，脱皮的咖啡豆粒进入螺旋推进器，由螺旋推进器将未脱胶的咖啡豆推入脱胶机。脱胶机由脱胶主机（带孔圆柱形长罩）、脱胶转动主轴、控制挡、出料口、胶液流出口、电动机等组成（图 2-43），脱胶转动主轴上有圆柱形凸起，脱胶转动主轴以 400～500r/min 的转速快速转动，水在压力作用下冲入罩内，对咖啡豆有冲击力，咖啡豆在脱胶腔内被挤压、摩擦，使果肉、胶质与咖啡豆分离并由水流洗涤带走。豆粒的脱胶、洗胶状况用控制阀进行控制，分为 1 挡、2 挡、3 挡、4 挡。

（3）维护和保养

① 每班结束后要将脱皮脱胶机清理干净（须用湿毛巾将皮豆分离机等表面废屑擦拭干净，将机架、进料斗、螺旋辊、外圆筒、出口等清洗干净，可用小毛刷将各个死角的残渣清理掉），用倒顺开关将豆粒退出脱皮脱胶机。

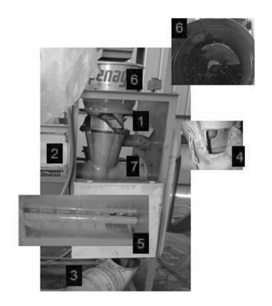


图 2－42　脱皮脱胶组合机的脱皮部分

1—螺旋辊；2—分级器；3—皮渣输送管道；
4—皮豆排出口；5—螺旋推进器；
6—进料斗；7—皮豆分离机

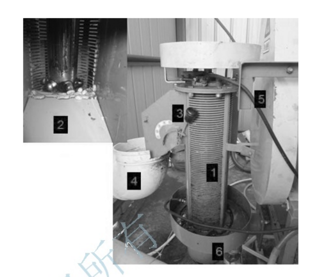


图 2－43　脱皮脱胶组合机的脱胶部分

1—脱胶主机；2—脱胶转动主轴；
3—控制挡；4—一级豆出口；
5—注水管；6—排洗胶废水

② 脱皮脱胶机在使用 500～1000h 后，必须换润滑油，换油前先用煤油清洗轴承和轴承盖，然后用汽油清洗一遍，擦干后加注新的润滑油。润滑油的用量不宜超过轴承盖容积的 2/3。

③ 在生产季节前，应做好脱皮脱胶机的检修，使之达到良好的技术状态。

④ 如果发现螺旋杆有毛刺，要立即更换。

⑤ 每班开机前要根据咖啡鲜果情况，进行喂料控制阀的调节。

⑥ 开机前或者使用一周后，要检查各个部位的螺钉是否松动，如发现松动，将螺钉拧紧，若螺钉出现滑丝现象，更换新的螺钉，以防脱皮脱胶机使用过程中出现其他问题，影响生产。

⑦ 脱皮脱胶机工作不正常或出现异响时，一定要停机检查，以防有更大更严重的问题出现。

⑧ 每年生产季结束后，应对脱皮脱胶机进行一次全面拆洗和维修，更换已经损坏或经磨损不合格的零件，应卸下传动带并妥善保管。

（二）半湿法加工设施

半湿法加工设施主要有虹吸池（收果池）、蓄水池、排水管道、浸泡池、废水（皮）处理池、晒场、晒架（床）、仓库等，功用和维护与湿法加工相同。

二、半湿法加工工艺流程

半湿法加工工艺流程：鲜果→清洗、分选→脱皮脱胶→浸泡→干燥→带壳咖啡豆。

三、半湿法加工操作要求及注意事项

1. 清洗、分选

用清洗分选机对小粒种咖啡鲜果进行清洗并分离出砂、土、石头、枝、叶及其他杂物，

没有清洗分选机的可使用人工进行分选；在脱皮前要用清果分离机对未熟果、干果进行分离，以提高成品的杯品质量。

生产时用水将鲜果冲到送果槽，清洗分选机一台阶将砂、土、石头沉下漏出，少许砂、土、石头进入二台阶漏出，枝、叶因吸水增加重量，有部分沉入二台阶漏出，三台阶进一步将砂、土、石头、枝、叶及其他杂物沉下漏出。

2. 脱皮脱胶

用脱皮机脱皮，脱胶机脱胶，或用脱皮脱胶组合机同步脱皮脱胶，从而获得带壳湿咖啡豆。

脱皮脱胶由脱皮脱胶机一次完成，其工作过程是小粒种咖啡鲜果在水的冲力下由清洗分选机进入接料斗，然后进入脱皮腔，小粒种咖啡鲜果受摩擦力、挤压力的作用，使外果皮破裂挤出咖啡豆，通过皮豆分离机而将皮和豆分离，经过皮豆分离机后，此时的咖啡豆表面黏附着黏液，咖啡豆经过分离机（图 2－44），小豆粒的咖啡豆由下排口排出，大豆粒的咖啡豆进入脱胶部分脱胶，注意观察脱胶状况，如果脱胶不干净，将挡级调高。洗胶后用水冲入接分斗（图 2－45）。接分斗起浸泡、滤水、分装的作用。

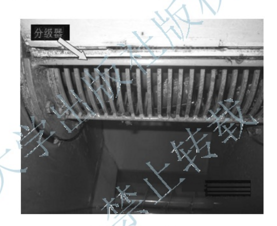


图 2－44　分离机



图 2－45　接分斗

1——一级豆输送管道；2—二级豆输送管道；3—滤水板

影响脱胶效果的因素主要有脱胶转动主轴的凸起和转速、控制挡、注水位置和流速、带

孔圆柱形长罩、脱胶转动主轴与圆柱形长罩之间的距离等。

（1）脱胶转动主轴的凸起和转速

脱胶转动主轴的凸起可增加小粒种咖啡豆的摩擦力和摩擦次数，起到搅拌作用；凸起太多，小粒种咖啡豆受到的摩擦力大和摩擦次数多，脱胶很干净，但生产效率低；凸起太少，小粒种咖啡豆受到的摩擦力小和摩擦次数少，脱胶不干净，所以凸起对空排布，有 24～30 个。脱胶转动主轴的转速过快，小粒种咖啡豆在脱胶腔内停留时间短，小粒种咖啡豆受到的摩擦时间短、水流冲击少，脱胶、洗胶不干净；脱胶转动主轴的转速过慢，小粒种咖啡豆在脱胶腔内停留时间长，小粒种咖啡豆受到的摩擦时间长、水流冲击多，但螺旋推进器不断地将未脱胶的小粒种咖啡豆推入脱胶腔内，会造成脱胶、洗胶不干净；所以脱胶转动主轴的转速一般在 400～500r/min。

（2）控制挡

螺旋推进器不断地将未脱胶的小粒种咖啡豆送入脱胶腔内，当控制挡数值调大时，小粒种咖啡豆在脱胶腔内的停留时间短，小粒种咖啡豆受到的摩擦时间短、水流冲击少，小粒种咖啡豆脱胶不干净；当控制挡数值调小时，小粒种咖啡豆在脱胶腔中停留的时间长，小粒种咖啡豆受到的摩擦时间长、水流冲击多，小粒种咖啡豆脱胶很干净，甚至会使小粒种咖啡豆壳磨损，生产效率低。

（3）注水位置和流速

注水位置有上中下之分，而且布置不同，这样就可从不同的角度冲洗小粒种咖啡豆，使其脱胶、洗胶干净。注水流速过慢，流入脱胶腔中的水很少，脱胶腔内黏度大，脱胶困难，洗胶不干净；注水流速过快，流入脱胶腔内的水很多，小粒种咖啡豆与脱胶转动主轴的凸起、罩内壁和未脱胶小粒种咖啡豆之间的摩擦力减小，脱胶不干净。

（4）带孔圆柱形长罩

长罩的孔隙呈带状，其内壁对小粒种咖啡豆会有摩擦力，孔隙切口呈 90°角，会增大对未脱胶小粒种咖啡豆的摩擦力，脱胶效果好；孔隙切口呈圆形，则会减小对未脱胶小粒种咖啡豆的摩擦力，脱胶效果不好。

（5）脱胶转动主轴与圆柱形长罩之间的距离

脱胶转动主轴与圆柱形长罩之间的距离大，整个脱胶腔大，可容纳未脱胶小粒种咖啡豆的数量多，但是未脱胶小粒种咖啡豆与脱胶转动主轴的凸起、罩内壁的摩擦次数减少，脱胶不干净；脱胶转动主轴与圆柱形长罩之间的距离小，整个脱胶腔小，可容纳未脱胶小粒种咖啡豆的数量少，未脱胶小粒种咖啡豆与脱胶转动主轴的凸起、罩内壁的摩擦次数增加，生产效率低。

带胶湿咖啡豆的主要特性见表 2－7。

表 2－7　带胶湿咖啡豆的主要特性

项目	容积密度/(kg/m^3)	实际密度/(kg/m^3)	胶质含量/(%)	静摩擦系数		
				对低碳钢	对棕绳	对尼龙绳
测量值	681.37	856.57	20.09	0.42	0.80	0.32

综上所述，脱皮脱胶时要注意调节好设备各个闸阀的注水量，并做到进料均匀，使各个

环节能够很好地协调工作，保证生产顺利进行。

脱胶干净与否的判断方法与湿法加工的判断方法相同。

3. 浸泡

经过机械脱胶后的咖啡豆是湿的，用清水浸泡 12～24h，可使成品的杯品质量更加均匀，同时会减弱生青味。

浸泡时加水不宜过多，以高于豆面 5cm 左右为佳。浸泡时间的长短取决于气温的高低，气温高时浸泡时间短，气温低时浸泡时间长。浸泡结束撇除浸泡水后，接着用清水冲洗一下可使带壳咖啡豆的颜色更好。

有的咖农加工时不浸泡，脱皮脱胶后直接干燥。

4. 干燥

半湿法加工的干燥方法与湿法加工的相同。

5. 半湿法加工卫生要求及管理

为确保半湿法加工生产安全、质量可控，半湿法加工应有规章制度，使小粒种咖啡加工生产按加工工艺流程和卫生要求进行规范性操作，其要点与湿法加工的基本相同。

6. 半湿法加工环境保护管理

半湿法加工环境保护管理与湿法加工的基本相同。

第五节　小粒种咖啡鲜果干法加工和蜜法加工

干法是最便宜、最简单、最传统的咖啡豆加工方法，在水源缺乏、无脱皮机的地区及咖啡园中的干果、病果、绿果或湿法加工中分出的劣质果等采用。

干法加工虽然比湿法加工的工序少，方法简单，但加工需要的时间更长，质量比湿法加工的差。由于干燥的咖啡浆果含有果胶物质容易吸湿而引起发霉，因此干燥好的咖啡浆果比干燥的带壳咖啡豆更难保存。



图 2-46　KFJ2B-150 咖啡脱壳碾豆机

（资料来源：文志华，2011. 保山咖啡产业发展研讨会.）

一、干法加工的机器设备

1. 脱壳机

小粒种咖啡脱壳可用 KFJ2B-150 型咖啡脱壳碾豆机（图 2-46），小粒种咖啡干果进入剥壳机剥壳，出无壳咖啡豆。此机的优点是破碎率低，分离干净。还可用 KFJ-200 型咖啡脱壳碾豆机（图 2-47），咖啡豆基本无破碎。

2. 风选机

风选机用于精选、分离，能分离小石头、粉尘、内果皮或果壳碎屑、异物等杂质，提高咖啡豆价值。

二、干法加工工艺流程及操作要求

干法加工工艺流程：咖啡果实→干燥→脱壳→风选→筛选分级→包装入库。

1. 干燥

干燥的操作过程是干法加工整个过程中最重要的阶段，因为它影响咖啡豆的最终品质。过度干燥的咖啡豆会变脆，在下一个工序即去壳时易遭到损坏，出现许多碎豆，碎豆导致咖啡豆的品质下降，而未完全干燥的咖啡豆在去壳时较困难，也易受损，另因太潮湿，一旦细菌侵入很容易变质。

把采收回来的果实，薄摊在晒场上照晒，照晒过程中多次翻晒，以加快干燥，大约需 4 周时间，咖啡果的表皮变为暗褐色而且易碎，能听见咖啡豆在果壳里“咯咯”作响即可，此时咖啡果的含水量将下降至约 12%。如遇雨天，需收回果实，室内摊晾。在晒场上照晒时，如果气温下降，必须把咖啡果覆盖起来以防止损坏。在干燥过程中一定要防止豆粒发酵。

图 2－47　KFJ－200 型咖啡脱壳碾豆机
（杨瑞娟提供图片）

干燥时必须注意以下四点。

（1）收获后咖啡鲜果还潮湿时，必须铺成不超过 5cm 厚的薄层。

（2）干燥过程中，要避免咖啡果被雨、露淋湿。

（3）干燥过程中，每天必须翻动咖啡果几次。

（4）不太干燥的咖啡果必须保存在湿度不大、通风或宽敞的地方。

2. 脱壳

将晒干的咖啡果用筛子去掉灰尘、泥土、小树枝和叶子等杂物，投入脱壳机，脱去果皮及种壳。

3. 风选

已脱皮壳的咖啡豆经风选机吹除果皮、种壳、异物，剔除坏豆。

4. 筛选分级

把风选后的豆粒，经筛分机筛分成不同级别的咖啡豆。

三、蜜法加工

1. 咖啡蜜法加工的起因

蜜法加工始于哥斯达黎加，是当地的咖农为了提高咖啡豆的品质而尝试的方法，随后慢慢传播到其他国家。那么，哥斯达黎加的咖农为何要尝试这种加工方法呢？因为咖农的收入主要靠咖啡豆的交易，品质好的咖啡豆可以带来更高的利润，因此咖农不断尝试新的加工方法一点都不足为奇。对于一个咖啡产地来说，可以提高咖啡豆品质的方法有三种：一改善加工方法；二更换种植的树种；三改善农场的土质，就是迁徙农场。对于咖农来说改变树种和迁徙农场是费时费力的，所以改善加工方法就成了他们的首选。

2. 咖啡蜜法加工

咖啡蜜法加工就是将果肉剥去后，将带壳咖啡豆（带有果胶）晾干的方法。由于在晒干的过程中，果胶的水分会蒸发，变得和蜂蜜一样黏稠，因此得名。哥斯达黎加、巴拿马和危地马拉等地的咖啡园都有采用蜜法加工。

蜜法加工是一项比较复杂、费时、难度较大的加工方法。先挑选优质成熟的果实，然后

剥至内果皮（种壳）。内果皮内含有丰富的碳水化合物及其他物质，在晒干的过程中，碳水化合物和酸味会慢慢渗透到咖啡豆里。接着是晒干，也是生产高品质蜜咖啡豆最重要的条件；晒干的时间非常重要，时间短了，则甜味不佳；时间久了，则咖啡会发霉，需格外用心。

晒制时先将日晒场地打扫干净，将脱皮后的湿咖啡豆平摊于晒场上，然后间隔几小时就要翻动咖啡豆，以便咖啡豆可以均匀晒干；在接下来的大概一周的时间内需要时不时地翻动咖啡豆。蜜法加工过程中，由于早晚温度与湿度差的影响，完成日晒需要很长的时间。

3. 蜜法加工的等级

在哥斯达黎加、巴西或哥伦比亚等地，当地的加工厂过去用高压水洗机处理咖啡豆，因此在去果肉果皮的过程中也会去除一部分果胶。根据果胶残留的量（40%～100%），人们将蜜法加工分为40%、60%、80%和100%共4个等级。当然，一些咖农会故意去除部分果胶，以保证咖啡不会在干燥过程中发酵而变酸。

咖农会根据颜色把蜜法加工后的咖啡豆分级，共有3级，分别是黄蜜、红蜜和黑蜜。

4. 黄蜜、红蜜、黑蜜的区别

根据日晒的时间与果胶的量不同而区分三者，而且果胶与内果皮的量决定了日晒的时间。黄蜜带有25%的内果皮，红蜜带有50%的内果皮，黑蜜带有100%的内果皮。因此，从黄蜜到黑蜜需要的干燥时间逐渐加长，管理要求越来越苛刻。黄蜜咖啡豆的光照时间最长，光照时间长意味着热度更高，因此这种咖啡在一周内便可干燥完成。一般情况下，咖啡豆的干燥时间视当地的温度和湿度条件而定。红蜜咖啡豆的干燥时间为1～2周，通常由于天气原因或置于阴暗处所致。若天气晴朗，咖农将遮蔽部分阳光，以减少光照时间。黑蜜咖啡豆放在阴暗处干燥的时间最长，光照时间最短。这种咖啡豆的干燥时间为2～3周。黑蜜咖啡豆的处理过程最复杂，人工成本最高，因此价格最高。

第六节 小粒种咖啡杂色浆果的加工

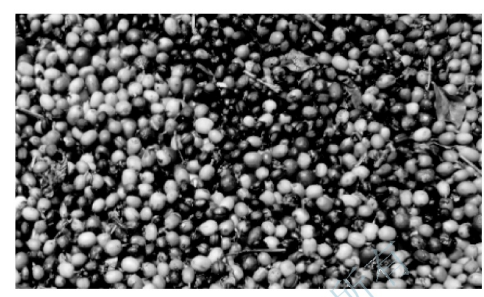
在每年小粒种咖啡浆果采收末尾，即最后离树的小粒种咖啡浆果，有的仍未成熟，有的刚好成熟，有的已经过熟，从颜色上看各种颜色都有，把最后离树的不同颜色的小粒种咖啡浆果称为杂色小粒种咖啡浆果，如图2-48所示。这些成熟度参差不齐的咖啡浆果可以加工成等外品，加工时可采用湿法加工、半湿法加工和干法加工。

一、杂色小粒种咖啡浆果的湿法加工

杂色小粒种咖啡浆果的湿法加工所用的机械设备与成熟小粒种咖啡鲜果湿法加工一样，只是在某些操作工序上有差别。

因咖啡浆果大小不等、成熟度不一致，在脱皮机脱皮时必然会有部分咖啡浆果的果皮不易脱去，对此不再进行第二次脱皮。因此从脱皮机流出的咖啡豆是已经脱去果皮的和没有脱去果皮的混杂在一起，如果进行发酵因有部分咖啡带着果皮，不易控制发酵程度，所以不进行发酵直接清洗，清洗方法与成熟咖啡鲜果的一样。

浮选时咖啡豆会分成三层，浮于池表层的绝大多数是过度成熟的咖啡豆，沉于池底的基





【对应彩图】

图 2－48　杂色小粒种咖啡浆果

本上是未脱皮的和少数籽粒饱满脱皮的咖啡豆，漂浮于池中层的大多数是未脱皮的及籽粒饱满度稍差的咖啡豆，需要对它们分别进行干燥。

干燥时要勤翻动，翻动的次数比成熟咖啡鲜果的要多 5～8 次，干燥气豆的含水量约为 12％即可。

二、杂色小粒种咖啡浆果的半湿法加工

杂色小粒种咖啡浆果半湿法加工中浆果脱皮与成熟小粒种咖啡鲜果的一样。因为过熟果和未熟果较难脱皮，所以送至脱胶部分的是已经脱去外果皮的与未脱去外果皮的咖啡豆，因此在脱胶时，要调整流出阀，使已经脱去外果皮的咖啡豆有较好的脱胶效果，而又不被挤压破碎，未脱去外果皮的咖啡豆受到摩擦挤压，擦破外果皮便于干燥。

杂色小粒种咖啡浆果半湿法加工的干燥方法与成熟小粒种咖啡鲜果半湿法加工的干燥方法一致。

三、杂色小粒种咖啡浆果的干法加工

对杂色小粒种咖啡浆果进行干燥，使其含水量约为 12％，然后进行筛分，将未熟果的与成熟果基本分开，其他操作与成熟小粒种咖啡鲜果干法加工一致。

四、小粒种咖啡初加工标准

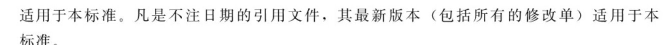
小粒种咖啡初加工执行中华人民共和国农业行业标准 NY/T 606—2011《小粒种咖啡初加工技术规范》。

1．范围

本标准规定了咖啡初加工中的术语和定义、采果要求、加工方法、工艺要求及包装、标志和贮运等。本标准适用于小粒种咖啡的湿法和干法初加工。

2．规范性引用文件

下列文件中对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本



适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB/T 18007 咖啡及其制品　术语

NY/T 604 生咖啡

3. 术语和定义

GB/T 18007 界立的及下列术语和定义适用于本标准。

（1）脱皮（pulping）

在湿法加工中用机械方法除去外果皮和尽可能多的中果皮。

（2）干燥（drying）

利用太阳的辐射能或机械产生的热能对带壳咖啡进行干燥，使其达到标准的含水量。

（3）分捡（sorting）

用人工或机械方法捡除咖啡豆中的缺陷物和杂质。

4. 果实采收

（1）采果标准

咖啡果实表皮由绿色变为红色为熟果的标志。果实成熟后应及时采收，做到随熟随采。

（2）采果时期

小粒种咖啡果实采收期一般为 9 月至翌年 2 月。

（3）采果方法

不能连果柄摘下，并注意勿损伤枝条和折断枝干。

5. 加工方法

咖啡鲜果加工方法有两种，即湿法加工和干法加工。湿法加工又分为普通湿法加工和机械湿法加工。

（1）普通湿法加工

① 加工设备。普通湿法加工设备包括脱皮机、旋转干燥机、除石脱壳机、抛光机、重力分选机、粒径分级机、电子色质分选机、称量机、缝袋机及其配套设备。

② 加工设施。普通湿法加工设施包括鲜果收集池、虹吸池、发酵池、洗豆池（槽）、浸泡池、废水（皮）处理池、加工车间、晒场、仓库等。

③ 加工用水。加工用水的质量应符合 GB 5749 的规定。

④ 加工工艺流程。加工工艺流程如图 2-49 所示。

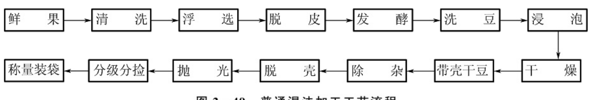


图 2-49　普通湿法加工工艺流程

⑤ 加工工艺。

a. 鲜果清洗。将鲜果放置于虹吸池，注入清水，除去灰尘、石子、枝叶等杂质，经虹

吸池浮选，浮果单独加工。

b. 脱果皮。用脱皮机将鲜果脱皮，脱皮过程要有足够的流动清水，经脱皮的咖啡豆脱皮率大于95%，破损率应小于4%。采摘的咖啡鲜果一般要求当天加工完毕，未能加工完的鲜果应浸泡在收集池中保鲜，次日再加工。

c. 发酵。将已脱去果皮的咖啡豆放入有少量清水的发酵池内进行发酵。气温在20℃左右，经12～24h，发酵即可完成，如气温较低时，需适当延长发酵时间。以手触摸豆粒感到表面有粗糙感为发酵完毕。

d. 洗豆。经过发酵处理的咖啡豆，在洗豆池（槽）随流水充分搅拌搓揉，将豆粒表面的果胶漂洗干净。

e. 浸泡。经洗涤后的咖啡豆置于清水池中浸泡12h左右，换水1～2次，浮豆单独干燥加工。

f. 干燥。把洗净浸泡过的豆粒滤干后放置在晒场晾晒。晒场要保持清洁。开始时豆粒要摊薄，厚度一般以5cm为宜，适时耙晒，使豆粒表面水分干得快。晾晒2～3天后的豆粒铺10cm厚，使豆粒内的水分缓慢蒸发，忌太阳暴晒，以免种壳破裂。晒干的豆粒含水量应为11%～12%，用水分测定仪或烘干法测定含水量。

若用旋转干燥机对带壳咖啡豆进行干燥处理，使其水分含量由45%～55%降为11%～12%。干燥时，咖啡豆温度以45℃为宜，干燥时间为30～35h，每吨带壳湿豆干燥耗电140kW·h，标准煤2t。

g. 脱壳。经干燥好的带壳咖啡豆，用脱壳机脱去种壳。脱壳过程破碎豆不能高于5%。

h. 抛光。用抛光机除去种皮（银皮）及杂物。

i. 分级。经抛光的咖啡豆利用粒径分级机和重力分选机进行分级，分出一、二、三级的咖啡豆。分级要求按NY/T 604的规定执行。

j. 分捡。用人工或机械方法捡除缺陷豆及杂质。

（2）机械湿法加工

① 加工设备。机械湿法加工设备包括清洗分离机、脱皮脱胶组合机、旋转干燥机、除石脱壳分级组合机、抛光机、粒径分级（选）机、重力分选机、称量机、电子色质分选机、缝袋机及其配套设备。

② 加工设施。机械湿法加工设施包括蓄水池、浸泡池、排水管道、带壳湿豆中转场地、烘干车间、脱壳分级车间和仓库等。

③ 加工工艺流程。加工工艺流程如图2-52所示。

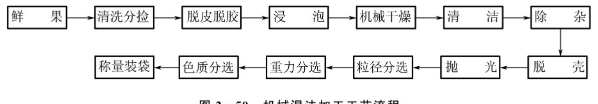


图2-50　机械湿法加工工艺流程

④ 加工工艺要求。

a. 清洗分捡。用清洗机清洗咖啡鲜果，并分离除去沙、土和枝叶等杂物。

b. 脱皮脱胶。用绿果分离机分离出未成熟的青果，再用脱皮机脱去外果皮后进行脱胶，

或用脱皮脱胶组合机同步进行脱皮脱胶，获得带壳湿咖啡豆。

c. 浸泡。将已脱皮脱胶的带壳咖啡豆放入浸泡池浸泡 12h 左右，浮豆单独干燥和加工。

d. 干燥。用旋转干燥机对带壳咖啡豆进行干燥处理，使其水分含量由 45%～55%降为 11%～12%，干燥时咖啡豆温度以 45℃为宜，干燥时间为 30～35h，每吨带壳湿豆干燥耗电 140kW·h、标准煤 2t。

e. 脱壳及分选。利用除石脱壳分级组合机、脱壳抛光机、粒径分级（选）机、重力分选机等设备对已干燥的带壳咖啡豆进行清洁、除杂、脱壳、分级等处理，并将咖啡豆分为一、二、三级。

（3）干法加工

① 晒果。将落果、干果及最后一批收果中未成熟的绿果或分离机分离出来的绿果放置晒场摊晒，需 15～20 天。摊晒过程要多次翻动，防止雨淋霉变，晒至果实摇动时有声响未干。

② 脱皮壳。将晒干的干果用脱壳机脱去果皮及种壳。

③ 风除。将已脱皮壳的豆经风选机吹除果皮种壳、异物。

④ 筛选分级。将风选后的豆粒经筛分机筛分出不同级别的咖啡豆。

6. 分级、包装、标志、贮存、运输

按 NY/T 604 的规定执行。



复习思考题

1. 小粒种咖啡果实外观色泽变化及特征是什么？

2. 小粒种咖啡鲜果采收的质量要求是什么？

3. 试述转盘式脱皮机的组成、工作原理、维修和保养。

4. 简述收果池、发酵池、洗豆池（槽）、浸泡池、废水（皮）处理池、晒场、晒架（床）的维护。

5. 比较小粒种咖啡鲜果的自然发酵与脱皮脱胶组合机的脱胶方法。

6. 小粒种咖啡鲜果的自然发酵脱胶的注意事项有哪些？

7. 小粒种咖啡鲜果的自然发酵后的清洗、浮选、浸泡有什么作用？

8. 如何操作能更好地对小粒种咖啡鲜果进行分级、清洗和分选？

9. 小粒种咖啡鲜果湿法加工的脱皮效果的影响因素是什么？

10. 描述小粒种咖啡鲜果湿法加工脱胶后的清洗操作。

11. 描述带壳咖啡豆的干燥过程。

12. 详述带壳咖啡豆的干燥机理。

13. 带壳咖啡豆自然干燥、人工干燥必须注意哪些事项？

14. 详述自然干燥法的操作。

15. 根据干燥曲线带壳咖啡豆的干燥有哪些阶段及相应的特征？

16. 根据带壳咖啡豆特征划分带壳咖啡豆的干燥阶段。

17. 带壳咖啡豆干燥的影响因素是什么？

18. 湿法加工中常见缺陷豆有哪些及引起的原因是什么？

19. 带壳咖啡豆品质要求有哪些？

20. 对小粒种带壳咖啡豆的贮藏有什么要求?
21. 试述脱皮脱胶组合机的组成、工作过程、维修和保养。
22. 试述半湿法加工的脱胶原理。
23. 简述小粒种咖啡鲜果干法加工的过程。
24. 简述半湿法加工卫生要求及管理。

【实验实训】

实验实训一　咖啡浆果不同成熟度的宏观结构比较

一、实验目的

(1) 掌握咖啡浆果的组成。
(2) 熟悉咖啡不同成熟度的宏观结构差异。
(3) 理解咖啡不同成熟度的宏观结构差异的原因。

二、实验原理

咖啡浆果由种脐、果实和果柄组成,果实由外果皮、中果皮(果肉)、内果皮(种壳)、种皮(银皮)、种仁(胚乳)、胚等组成,各组成部分积累的干物质不同,其外果皮、中果皮、内果皮、种仁等各不相同,这样对咖啡的品质必然会有很大的影响。

三、仪器用具、试材

仪器用具:体视镜、小刀、托盘天平、瓷盘、小塑料碗、纱布。

试材:青果(1kg)、黄色果(1kg)、橘红色果(2kg)、鲜红色果(2kg)、紫红色果(2kg)、紫黑色果(1kg)。(数量依据学生人数而定)

四、实验步骤及方法

(1) 百粒重。随机取不同成熟度的小粒种咖啡浆果各数100粒,称量其质量,记录于表2-8。

(2) 100g粒数。随机取不同成熟度的小粒种咖啡浆果各称100g,数其粒数,记录于表2-9。

(3) 组成百分数。随机取不同成熟度的小粒种咖啡浆果各称50g,用小刀将外中果皮、内果皮、种仁分离,分离时不要混淆。将外中果皮、内果皮、种仁分别称量记录在表2-10中,并计算各自的百分比含量。

(4) 外中果皮切面观察。用小刀以45°角作切面,用体视镜观察,并记录在表2-11中。用小刀以纵切(90°角)作切面,用体视镜观察,并记录在表2-11中。

五、实验记录及结果

表2-8　百粒重　(单位:g)

项目	青果	黄色果	橘红色果	鲜红色果	紫红色果	紫黑色果
质量						
结果						

表 2－9　100g 粒数

项目	青果	黄色果	橘红色果	鲜红色果	紫红色果	紫黑色果
粒数						
结果						

表 2－10　外中果皮、内果皮和种仁质量　　（单位：g）

项目	青果	黄色果	橘红色果	鲜红色果	紫红色果	紫黑色果
外中果皮						
内果皮						
种仁						

计算公式：内果皮(%)＝内果皮质量/全果质量×100%

表 2－11　外中果皮切面观察记录

成熟度	45°角的切面情况	纵切（90°角）的切面情况
青果		
黄色果		
橘红色果		
鲜红色果		
紫红色果		
紫黑色果		
结果		

六、思考题

(1) 青果与紫红色果的切面为什么会有差异?

(2) 青果与紫红色果的种仁为什么会有差异?

(3) 青果与紫红色果的种仁的干缩率各为多少?

实验实训二　小粒种咖啡豆自然发酵法不同的脱胶时间对比实验

一、实验目的

(1) 理解自然发酵法的原理。

(2) 学会不同发酵时间的对比。

(3) 掌握发酵适中的判断。

二、实验原理

利用酵母菌将小粒种咖啡果脱皮后的果胶质分解为醋酸、乳酸、丁酸和其他更高级的羧酸，发酵时间不同，咖啡品质不同。如果发酵时间延长，微生物的侵害就会加重，并且开始产生有损风味的化合物；如果发酵时间缩短，则胶质没有分解完，不易清洗干净，甚至清洗不干净，影响干燥速度，干燥后易回潮而影响品质。

三、仪器用具、试材

仪器用具：温度计、塑料箱、漏勺、盆、pH 试纸、pH 测定仪、体视镜。

试材：小粒种咖啡鲜果。

四、实验步骤及方法

(1) 原料准备。选取小粒种咖啡鲜果，需要外观呈红色、鲜红色、紫红色，籽粒饱满，营养物质储存充分，果肉软滑，用手轻轻挤捏就可以将咖啡豆脱出果皮。

(2) 清洗。将小粒种咖啡鲜果放入盆中清洗，洗去小粒种咖啡鲜果表面附着的灰尘、泥沙和大量的微生物及部分残留的化学农药。

(3) 脱皮。将清洗干净的小粒种咖啡鲜果放入脱皮机脱皮，拣出脱皮不干净或未脱皮的小粒种咖啡鲜果重新脱皮。如果没有脱皮机，做实验时可以手工去皮，把咖啡豆挤捏出来。

(4) 发酵脱胶。将未发酵的湿豆粒放入塑料箱中，视情况加入清水或者不加清水，如加入清水，则清水淹没豆粒表面并高出 1～3cm 或者刚好淹没豆粒表面。实验室温度在 25～30℃，发酵温度为 20～30℃。发酵 8h 时搅拌，捞出少许豆粒观察外观，并用 pH 试纸和 pH 测定仪测定发酵液的 pH，用温度计测发酵温度；发酵 10h、15h、20h、24h、27h、30h、33h、36h、39h、42h、45h、48h、51h 重复前面的操作。发酵适中后继续发酵，直到发酵的豆粒变黄。把测定的 pH 和观察到的现象记录在表中。

发酵适中时取出约 4/5 的豆粒并清洗，用作不同干燥方式的实验。

发酵适中判断：用清水洗少量的发酵豆粒，手摸起来有粗糙感。

(5) 对比观察。未清洗的和清洗好的发酵咖啡豆放在体视镜下，观察色泽、滑润、种壳表面及豆粒情况。

五、实验记录及结果

实验过程中，将测定的温度和 pH 记录在表 2－12 中，在体视镜下观察到情况的记录在表 2－13 中。

表 2－12　发酵时的温度和 pH 变化

时间/h	10	15	20	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
温度/℃													
pH													

表 2－13　发酵时的色泽、滑润、种壳表面及豆粒情况

时间/h	10	15	20	24	27	30	33	36	39	42	45	48	51
色泽													
滑润													
种壳表面													
豆粒													

将观察到的情况进行总结，得出发酵不足的时间段，发酵适中的时间段，发酵过头的时间段，并把发酵不足、发酵适中、发酵过头的色泽、滑润、种壳表面、豆粒情况填入表 2－14 中。

表2-14　发酵不足、发酵适中、发酵过头情况

色泽			滑润			种壳表面			豆粒		
不足	适中	过头	不足	适中	过头	不足	适中	过头	不足	适中	过头

结果：

六、思考题

(1) 发酵不足、发酵适中、发酵过头咖啡滑润方面为什么会有差异?

(2) 发酵时发酵温度过低、过高怎么办?

(3) 发酵不足、发酵适中、发酵过头咖啡色泽方面为什么会有差异?

实验实训三　小粒种咖啡豆不同干燥方式与品质的关系

一、实验目的

(1) 理解小粒种咖啡豆干燥机理。

(2) 掌握晒干的最佳方法。

(3) 学会控制烘干的干燥速度。

二、实验原理

清净的带壳小粒种咖啡豆沥干水后其含水量较高，易使微生物侵染导致小粒种咖啡豆品质下降，因此必须对其进行干燥。干燥是借助热能使湿咖啡豆中的水分蒸发，使水分降低到微生物难以利用的程度，微生物因得不到营养而呈抑制状态，同时，带壳小粒种咖啡豆所含酶的活性也受到抑制，从而使带壳小粒种咖啡豆能够较长时间的保存。另外，带壳小粒种咖啡豆干燥受五个方面的影响，即小粒种咖啡豆的组织结构、起始和终了含水率、介质温度和湿度、干燥层厚、带壳小粒种咖啡豆与介质的流向，而干燥方式不同，干燥速度不同，其品质也不同。

三、仪器用具、试材

仪器用具：瓷盘、簸箕、烘箱、温度计、分析天平（感量为0.001g）、烧杯、杯品用具全套。

试材：自然发酵适中的湿带壳小粒种咖啡豆。

四、实验步骤及操作

(1) 晒干。将湿的带壳小粒种咖啡豆摊放于瓷盘中，厚度适中（1.5～2cm），放于太阳能照射到的地方摊晒，夜晚收回实验室，每隔一段时间彻底翻一下。在晒的过程中观察带壳小粒种咖啡豆表面的变化情况，并做记录。

(2) 阴干。将湿的带壳小粒种咖啡豆摊放于瓷盘中，厚度适中（1.5～2cm），放于太阳照射不到的地方，每隔一段时间彻底翻一下。在阴干的过程中观察带壳小粒种咖啡豆表面的变化情况，并做记录。

(3) 烘干。将湿的带壳小粒种咖啡豆摊放于瓷盘中，厚度适中（1.5～2cm），放于烘箱中干燥，干燥温度初期可控制在80～85℃，中期在70～75℃，后期在60～65℃。每隔一段时间彻底翻一下。在烘干的过程中观察带壳小粒种咖啡豆表面的变化情况，并做记录。

(4) 水分测定（质量法）。干燥完成时测定含水量。称取5g（准确至0.001g）带壳小粒种咖啡豆，重复3次，移入已知质量的烘皿中，置于103℃±2℃烘箱内（皿盖斜置皿上），

加热4h，加盖取出，于干燥器内冷却至室温，称量。再置烘箱中加热1h，加盖取出，于干燥器内冷却，称量（准确至0.001g）。重复加热1h的操作，直至连续两次称量差不超过0.005g，即为恒重，以最小称量为准。

（5）品质对比。主要用杯品对比。（先暂时不做）

五、实验记录及结果

将晒干、阴干、烘干过程中带壳小粒种咖啡豆的变化情况分别记录于表2－15、表2－16和表2－17中；杯品情况记录于表2－18中，根据以上实验得出结果。

表2－15　晒干过程中带壳小粒种咖啡豆的变化情况

一阶段		二阶段		三阶段		四阶段		五阶段		六阶段	
时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征

表2－16　阴干过程中带壳小粒种咖啡豆的变化情况

一阶段		二阶段		三阶段		四阶段		五阶段		六阶段	
时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征

表2－17　烘干过程中带壳小粒种咖啡豆的变化情况

一阶段		二阶段		三阶段		四阶段		五阶段		六阶段	
时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征	时间	特征

表2－18　杯品情况

	干香	湿香	色泽	苦味	酸味	回甘	醇度	其他
晒干								
阴干								
烘干								

结果：

六、思考题

（1）晒干、阴干、烘干的香气、香味为什么会有差别？

（2）晒干、阴干、烘干的味道为什么会有差别？

（3）晒干、阴干、烘干回味为什么会有差别？

（4）晒干、阴干、烘干醇度为什么会有差别？

实验实训四　脱皮脱胶组合机的螺旋推进器与螺旋输送装置匹配分析

一、实验目的

（1）熟悉脱皮脱胶组合机螺旋推进器的结构。

(2) 分析脱皮脱胶组合机螺旋推进器的转速与咖啡豆前进的关系。

二、实验原理

皮豆分离机因有转轴转动，推挤咖啡豆运行，咖啡豆经过分离机，在分离过程中由于摩擦、挤压作用使豆粒小的咖啡豆表面所黏附的黏液大部分除去，从下排口排出，豆粒大的咖啡豆进入脱胶部分。

三、仪器设备、用具

脱皮脱胶组合机。

四、实验内容和方法

(1) 测量螺旋推进器轴直径、叶片厚度、叶片顶端与底的距离。

(2) 螺旋推进器的转速与推进豆粒距离分析。

五、实验记录和结果

实验记录可参考表2-19。

表2-19 螺旋推进器的尺寸及转速

	轴直径	叶片厚度	距离	转速
测量值				

结果：

六、思考题

(1) 咖啡豆是如何被推进的？

(2) 为什么脱皮脱胶组合机能将咖啡豆按大小分开？

实验实训五 脱皮脱胶组合机的控制挡对脱胶效果分析

一、实验目的

(1) 理解机械脱胶的原理。

(2) 熟悉控制挡的结构。

(3) 学会分析控制挡与脱胶的关系。

二、实验原理

脱皮脱胶组合机由带孔圆柱形长罩组成，水在压力作用下冲入罩内，对咖啡豆有冲击力，罩内带销状滚轴以400～500 r/min的转速快速转动，咖啡鲜果在滚筒与长罩之间时被挤压、摩擦，使果肉、胶质与咖啡豆分离并由水流洗涤带走。豆粒的洗胶状况用控制阀进行控制，分为1挡、2挡、3挡、4挡，当豆粒洗胶不干净时将挡级调高，一般情况置于1挡。

三、仪器设备、用具

脱皮脱胶组合机、控制挡。

四、实验内容和方法

(1) 控制挡的组成。

(2) 控制挡与出口的匹配分析。

(3) 控制挡与螺旋推进器的关系分析。

(4) 影响脱胶的因素分析。

五、实验记录和结果

实验记录可参考表 2－20。

表 2－20　出口面积与控制挡的关系

控制挡	1 挡	2 挡	3 挡	4 挡	5 挡
出口面积					

结果：

六、思考题

（1）控制挡如何控制咖啡豆流出的速度？

（2）控制挡如何确定脱胶干净与否？

实验实训六　参观小粒种咖啡豆自然发酵法脱胶的生产

一、实训目标

（1）掌握小粒种咖啡豆自然发酵法脱胶的生产过程。

（2）了解脱皮机的组成、工作原理、维护和保养。

（3）了解发酵池的结构和维护。

（4）了解小粒种咖啡豆自然发酵法脱胶的生产管理。

二、材料用具

笔记本、笔。

三、学习指导

1. 调查提纲的拟订

（1）发酵池的结构、维护。

（2）脱皮机的组成、工作原理、维护和保养。

（3）影响脱皮机脱皮效果的因素。

（4）自然发酵法脱胶管理经验。

① 发酵时的温度控制。

② 发酵适中控制。

③ 发酵过程中出现异常情况的处理。

（5）自然发酵法的卫生管理要求。

（6）自然发酵法的用水管理。

（7）等级分析、进果情况、出豆情况。

（8）存在的问题及解决的方法。

2. 实训要求

（1）遵守参观单位的规章制度和参观要求，按照调查提纲尽量多地完成调查内容。

（2）遵守交通安全和生产安全。

（3）做好笔记，积极询问，认真思考，补充资料，完善报告。

（4）对调查报告的内容、格式、字数、交报告的时间提出要求。

四、实践训练

1. 模仿创新

按照老师的指导，编写调查提纲。调查提纲可以采取问题式提纲或表格式提纲。例如

(1) 脱皮机如何操作?

(2) 发酵池的结构怎样?

(3) 发酵池是如何维护的?

(4) 发酵时对发酵用水有什么要求?

(5) 发酵时发酵用水量是多少?

(6) 发酵时是如何控制发酵温度的?

……

最后将调查的内容整理成调查报告，分析小粒种咖啡鲜果自然发酵法脱胶生产过程中存在的问题，提出改进建议。

2. 讨论评价

老师认真阅读每个学生的调查报告，并提出修改建议；根据学生在参观过程中的表现，提示学生抓住重点问题询问；老师对学生在实训过程中的表现和调查报告质量进行小结，鼓励表现好的同学；安排1～2h的参观实训交流活动，师生共同总结实训的收获体会。

五、问题思考

(1) 本次实训最大的收获是什么? 不足的方面有哪些? 如何改进?

(2) 自然发酵法的酵母菌生长情况怎么样?

(3) 自然发酵法的酵母菌生长会受哪些微生物的干扰?

实验实训七 参观小粒种咖啡鲜果脱皮脱胶的生产过程

一、实训目标

(1) 掌握小粒种咖啡鲜果脱皮脱胶的生产过程。

(2) 了解脱皮脱胶组合机的组成、工作原理、维修和保养。

(3) 理解脱皮脱胶组合机的工作过程。

(4) 了解小粒种咖啡鲜果脱皮脱胶的生产管理。

二、材料用具

笔记本、笔。

三、学习指导

1. 调查提纲的拟订

(1) 收果池的结构、维护。

(2) 脱皮脱胶组合机的组成、工作原理、维修和保养。

(3) 影响小粒种咖啡鲜果脱皮脱胶效果的因素。

(4) 脱皮脱胶的经验管理。

① 脱皮干净情况调整。

② 脱胶效果控制。

(5) 脱皮脱胶的卫生管理要求。

(6) 脱皮脱胶的用水管理。

(7) 等级分析、进果情况、出豆情况。

(8) 存在的问题及解决的方法。

2. 实训要求

(1) 遵守参观单位的规章制度和参观要求，按照调查提纲尽量多地完成调查内容。

(2) 遵守交通安全和生产安全。

(3) 做好笔记，积极询问，认真思考，补充资料，完善报告。

(4) 对调查报告的内容、格式、字数、交报告的时间提出要求。

四、实践训练

1. 模仿创新

按照老师的指导，编写调查提纲。调查提纲可以采取问题式提纲或表格式提纲。例如

(1) 收果池的结构怎样？有多大？收果池是怎样维护的？

(2) 怎样操作脱皮脱胶组合机？

(3) 脱皮脱胶组合机经常出现哪些故障？

(4) 脱胶不干净时怎样调节脱胶机？

(5) 脱胶后流出口处是如何分级的？

……

最后将调查的内容整理成调查报告，分析小粒种咖啡鲜果脱皮脱胶生产过程中存在的问题，提出改进建议。

2. 讨论评价

老师认真阅读每个学生的调查报告，并提出修改建议；根据学生在参观过程中的表现，提示学生抓住重点问题询问；老师对学生在实训过程中的表现和调查报告质量进行小结，鼓励表现好的同学；安排1～2h的参观实训交流活动，师生共同总结实训的收获体会。

五、问题思考

(1) 本次实训最大的收获是什么？不足的方面有哪些？如何改进？

(2) 利用所学过的咖啡机械知识，螺旋推进器要如何改进更有利于脱胶？

(3) 咖啡鲜果进入脱皮机时的速度调节以什么为依据？

第三章　小粒种咖啡精制加工

学习目标

1. 熟悉重力除石去杂机的维护和保养。
2. 熟悉脱壳机的维护和保养。
3. 了解 6KT－1.0 型咖啡豆脱壳抛光联合机的工作原理。
4. 熟悉粒径分选机、重力分选机的维护和保养。
5. 熟悉电子颜色分选机的基本原理及维护和保养。
6. 掌握影响脱壳效果的因素。
7. 了解咖啡豆分级名词。
8. 掌握咖啡豆的分级及分级方法。
9. 熟悉色选效果参数的设置。
10. 掌握影响咖啡豆色选工艺效果的因素。
11. 了解色选机设备操作管理。
12. 熟悉小粒种咖啡豆成品的品质要求。

小粒种咖啡鲜果采用湿法加工和半湿法加工后成为带壳小粒种咖啡豆，还需要进行脱壳、去银皮、分级等才能使其成为商品咖啡豆。

小粒种咖啡精制加工，主要是对带壳小粒种咖啡豆进行脱壳、去银皮、抛光，以及重力风选、粒度筛选，成熟度、完整度及色度分选等加工。小粒种咖啡精制加工为咖啡豆的精深加工（焙磨咖啡粉、速溶咖啡等）提供合乎要求的工业加工原料。通过精制加工得到的小粒种咖啡豆，可提高咖啡的附加值，增加咖啡种植业的产值，完善咖啡行业的产业链，推动咖啡产业的规模化发展与可持续发展。

第一节　精制加工设备

小粒种咖啡精制加工设备主要有重力除石去杂机、脱壳机、抛光机、分选机、色选机、称量机、缝袋机及其他配套设备。

一、重力除石去杂机

1. 组成

重力除石去杂机（图 3－1）由进料斗、进料口、进料调节手轮、筛体、导风板、出料口、进风调节装置、风机、偏心调节机构、沉降室、出石口、精选室、匀风板、去石筛面、

缓冲匀流板、视镜孔和传动机构组成。

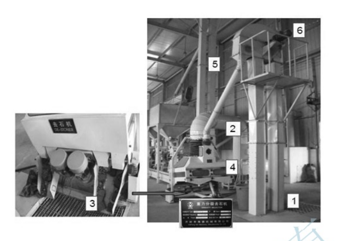


图 3-1 重力除石去杂机（机器型号：TOSF-125）

1—进料口；2—进风口；3—出石口；4—精选室；5—输出管道；6—风机

2. 工作原理

重力除石去杂机是以散粒体的自动分层为基础，利用带壳咖啡豆的密度及表面状态产生的流动性差异进行分选的机器。工作时带壳咖啡豆不断地进入筛面的中部，由于带壳咖啡豆的密度及空气动力特性不同，在适当的振动和气流作用下，密度较小的带壳咖啡豆浮在上层，密度较大的石子沉入底层与筛面接触，形成自动分层。由于气流自下而上穿过带壳咖啡豆混合物，并使带壳咖啡豆混合物处于流化状态，促进了带壳咖啡豆混合物的自动分层。因去石筛面呈一定的倾斜状，上层带壳咖啡豆混合物在重力、惯性力和连续进料的推力作用下，以下层带壳咖啡豆混合物为滑动面，相对于去石筛面下滑至位于低端的净豆出口。与此同时，石子等杂物逐渐从带壳咖啡豆中分离进入下层。下层石子及未悬浮的重带壳咖啡豆在振动及气流的作用下沿筛面向高端上滑，上层带壳咖啡豆混合物越来越薄，压力减小，下层带壳咖啡豆又不断进入上层，在到达筛面高端时，下层带壳咖啡豆混合物中带壳咖啡豆已经很少。在反吹气流的作用下，少量带壳咖啡豆又被吹回，石子等重杂物则从位于高端的排石口排出。

3. 维护和保养

（1）开始作业前，对机器进行全面检查，排除一切故障，方能开机作业。

（2）在作业时，如发现机器有不正常的振动和声响，应立即停机检查，待查明原因，排除故障后才能重新作业。

（3）电动机的温度不能超过 60℃，轴承的温度不应超过 25℃，发现温度过高应及时查出原因并排除。

（4）在使用时，应经常注意机器各部位的运转情况，检查各部位紧固螺栓是否松动，若发现松动应随时紧固。特别是高转速部位，如上下风机叶片，尤其下风机叶片要注意是否磨损或断裂，叶片外用的加固板是否磨损或变形，如发现问题应及时维修或更换；分选筛吊轴、偏心轴与分选筛连接处等应特别注意检查。

（5）应定时用钢丝刷清理筛底孔，如筛底孔堵塞，带壳咖啡豆和石子在比重筛上分不清，出咖啡豆速度慢，并且在带壳咖啡豆中会出现混杂现象。

（6）加工季节结束后，应对机器进行一次大检查。首先检查滚筒轴、偏心轴、风机轴的

运转、磨损情况；其次检查筛底是否有变形或裂纹；最后检查分选筛的磨损情况。检查结束后，应对损坏部分进行修理，清除机械中的污物及残留咖啡豆，拧紧全部螺栓，轴承全部上油，将传动带拆下，附件入库，以备下季使用。

二、脱壳机

1. 组成

脱壳机（图 3－2）由进料斗、进料口、机座、齿轮、圆盘、喷嘴、电动机、带轮、输送道、出料口、把手、分选筛吊轴、偏心轴、滚筒轴等组成。

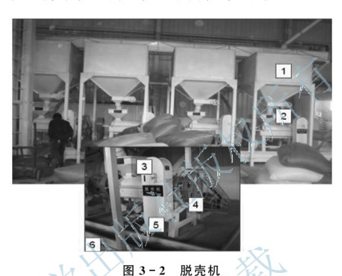


图 3－2 脱壳机

1—进料斗；2—进料口；3—脱壳；4—带轮；5—出料口；6—输送道

2. 工作原理

脱壳机是带壳咖啡豆在固定磨片和运动磨片间受到强烈的碾搓作用，使带壳咖啡豆的种壳被撕裂而实现脱壳的机器。带壳咖啡豆经进料口进入固定磨片和运动磨片的间隙中，运动磨片转动的离心力使带壳咖啡豆沿径向向外运动，也使带壳咖啡豆与固定磨片间产生方向相反的摩擦力；同时，磨片上的齿不断对种壳进行切撕，在摩擦力与剪切力的共同作用下使种壳产生裂纹直至破裂，并与咖啡豆脱离，达到脱壳的目的。

3. 维护和保养

（1）传动带在使用一段时间后，由于拉力的作用会逐渐伸长松弛，应根据情况予以调整。

（2）对分选筛吊轴及一切活动的轴承应及时检查有无缺油磨损，一旦发现缺油磨损应及时加油更换。

（3）电动机的温度不能超过 60℃，轴承的温度不应超过 25℃，发现温度过高应及时查出原因并排除。

（4）在使用时，应经常注意机器各部位的运转情况，检查各部位紧固螺栓是否松动，如发现松动应随时紧固。

（5）加工季节结束后，应对机器进行一次大检查。先检查带轮的磨损情况，然后检查出料口是否有变形或裂纹。检查结束后，应对损坏部分进行修理，清除机械中的污物及残留咖啡豆，拧紧全部螺栓，轴承全部上油，将传动带拆下，附件入库，以备下季使用。

注重日常的维护和保养，不仅能提高工作效率，还能延长脱壳机的使用寿命。

三、抛光机

1. 组成

抛光机（图 3－3）由进料斗、主轴辊、带轮、风机、筛分抽风机、风机轴承座、出料斗、出料口、筛板、调节装置等组成。



图 3－3 抛光机

2. 工作原理

咖啡豆进入抛光室内，咖啡豆受到挤压，豆粒之间的摩擦力增加，主轴辊螺旋地不断翻拨、推进、挤压、摩擦，豆粒之间揉搓摩擦，逐渐去除银皮，混合物通过筛板分离，经筛分抽风机抽吸，将碎豆及银皮送至屑粉收集装置。

3. 维护和保养

（1）外表保养：抛光机外表及电动机、散热设备表面一定要保持清洁，定时清理银皮粉末；检查、紧固手柄、进给手轮、螺钉、螺母等。

（2）抛光机整机检查：检查传动带松紧程度；检查抛光机各部位螺钉，松动的应调到合适为止；检查各轴承的磨损程度及润滑油是否充足，如有损坏的应更换。

（3）电器：定时清扫电动机、电器箱；电器装置应固定整齐、动作可靠；检查、紧固接零装置；检查按钮开关，有问题的应即时更换，避免产生不必要的危险。

四、6KT－1.0 型咖啡豆脱壳抛光机

随着科学的进步及我国机器制造业的发展，我国研制的脱壳抛光联合机，可一次完成脱壳和抛光。6KT－1.0 型咖啡豆脱壳抛光机是针对咖啡豆脱壳抛光的专门设备。将脱壳、去银皮和抛光技术相结合，一次完成带壳咖啡豆去除种壳、银皮及抛光等要求，并能够使精制咖啡豆与碎豆壳屑、银皮等进行筛分分离，最终得到干净的精制咖啡豆。

1. 组成

6KT－1.0 型咖啡豆脱壳抛光机由上壳体、下壳体、主轴辊、进料斗、带轮、风机、筛板、出料斗、风室、出料口、机架、出料口压力调节装置等组成。

2. 工作原理

上、下壳体与主轴辊构成脱壳抛光室，上、下壳体内壁有与主轴辊方向相反的不等距螺旋齿。如图 3-4 所示，带壳咖啡豆 A 依靠重力落入脱壳抛光室中，随着主轴辊的高速运转而沿螺旋方向向前运动，通过出料口压力调节装置控制脱壳抛光室内部咖啡豆之间的压力，由于容积的不断缩小和阻力增加的影响，带壳咖啡豆之间的密度增加，室内挤压和相互摩擦相应增强，再加上主轴辊螺旋的不断翻拨、推进、挤压，带壳咖啡豆与上下壳体之间及相互之间揉搓摩擦，逐渐去除种壳、银皮并进行抛光，脱壳后的碎豆及壳屑 B 和抛光后的银皮 C 等混合物通过下壳体上的筛板分离，经筛分抽风机抽吸，将碎豆、壳屑及银皮送至壳屑收集装置。成品咖啡豆 D 则由出料装置的出料口排出机外，进入下一个工序。

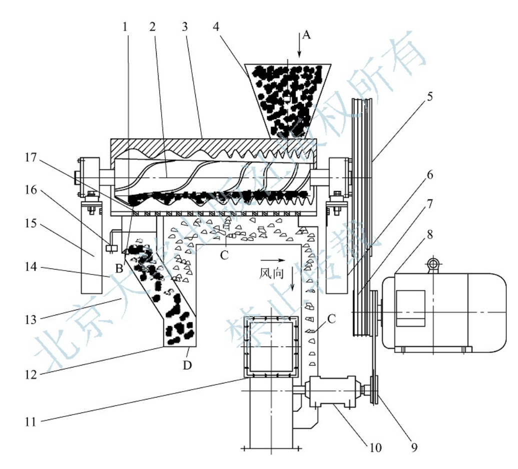


图 3-4　6KT-1.0 型咖啡豆脱壳抛光机示意图

1—下壳体；2—主轴辊；3—上壳体；4—进料斗；5—主轴辊带轮；6—右支撑架；7—电动机带轮；8—电动机；9—风机带轮；10—风机轴承座；11—筛分抽风机；12—出料斗；13—风室；14—出料口；15—左机架；16—出料口压力调节装置；17—筛板

（资料来源：牛宪伟，方卫山，霍星光，等，2009.6KT-1.0 型咖啡豆脱壳抛光机加工试验［J］. 包装与食品机械，27(5)：13-16.）

3. 影响因素

影响 6KT-1.0 型咖啡豆脱壳抛光机生产率、脱壳率、抛光率、碎豆率的因素有咖啡豆含水量、出料口的压力、主轴辊的转速。其中出料口的压力是主要因素，因为出料口压力过小，虽然生产率大、设备及出料口咖啡豆的温度低、碎豆率低，但是脱壳率、抛光率也低，达不到技术要求；出料口压力过大，虽然脱壳率、抛光率高，但是咖啡豆生产率达不到要

求，设备及出料口咖啡豆的温度高，碎豆率也高，同样满足不了技术要求。当出料口压力在3.60～4.13kPa时，各项指标相互兼顾，能满足要求。

五、分选机

分选机有粒径分选机和重力分选机。

（一）粒径分选机

1. 组成

粒径分选机（图3-5）由筛床体、带轮、筛床支架、进料口、筛网、流量控制活门、电动机、筛框、筛面、筛面清洁装置、吊杆、隔振机构、机架、出料口、接料斗、吸风除尘装置等组成。

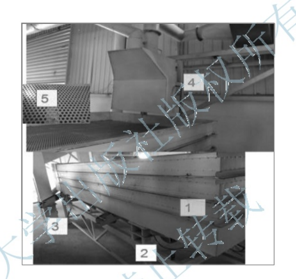


图3-5　粒径分选机

1—筛床体；2—带轮；3—筛床支架；4—进料口；5—筛网

2. 工作原理

粒径分选机是利用筛网对咖啡豆按粒径尺寸进行分选，同时去杂及分级的机器。咖啡豆为散粒体，颗粒组成相对均匀，在筛网振动状态下，颗粒大于筛网孔径的咖啡豆在筛网上，颗粒小于筛网孔径的咖啡豆通过筛网落下。粒径分选机一般由三层筛网组成，这样就可以将咖啡豆按照豆粒直径分级。

（二）重力分选机

1. 组成

重力分选机（图3-6）由接料斗、进料口、缓冲匀流板、流量调节装置、筛床体、筛网、吊杆、机架、风机、传动机构、出料口等组成。

2. 工作原理

重力分选机是利用咖啡豆密度及表面状态产生的流动性差异进行分选的机器，在粒径均匀一致的基础上获得密度和表面也均匀一致的咖啡豆，还可进一步清除并肩石（颗粒大小与咖啡豆相近的小石头）。

工作时咖啡豆不断地进入筛面，因筛面呈一定的倾斜状，咖啡豆在重力、惯性力和连续

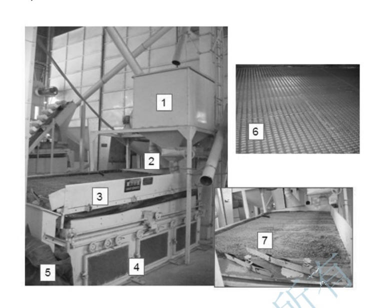


图 3－6　重力分选机

1—接料斗；2—进料口；3—筛床体；4—筛床支架；5—出料口；6—筛网；7—挡条

进料的推力作用下，在筛面上向前做跳跃性直线运动，从而达到对咖啡豆分级的目的。与此同时，并肩石逐渐从咖啡豆中分出。

3. 维护和保养

（1）在使用时，应经常注意机器各部位的运转情况，检查各部位紧固螺栓是否松动，如发现松动应随时紧固。

（2）电动机的温度不能超过 60℃，轴承的温度不应超过 25℃，发现温度过高应及时查出原因并排除。

（3）定时用钢丝刷清理筛网，经常用抹布擦拭出料口及接料斗，保持干净。

（4）加工季节结束后，应对机器进行一次大检查。首先检查筛床体斜度，其次检查筛底是否有变形或裂纹，最后检查筛网的磨损情况。检查结束后，应对损坏部分进行修理，清除机械中的污物及残留咖啡豆，拧紧全部螺栓，轴承全部上油。

六、色选机

这里以电子颜色分选机为例进行介绍。电子颜色分选机是利用产品表面在颜色上的差异进行分选的机器。

1. 组成

电子颜色分选机由分选头、图像传感器、光学镜头、数据处理器、照明系统、风机、喷嘴、物料输送系统、喂料机构、吸尘装置组成。

2. 电子颜色分选机的基本原理

早期的电子颜色分选机是将存入容器内的咖啡豆，经过振动槽到达水平旋转的圆盘，调节圆盘的转速使咖啡豆在离心力的作用下被抛到圆盘的边缘。另外有一个与此圆盘垂直而且同步旋转的圆盘，在外圆上有 48 个小吸孔，每个吸孔可以吸住一个咖啡豆，使每个豆都逐一通过光检室，由两个光电倍增管从两个方面对咖啡豆的颜色进行比较，判断是否“太黑”或“太亮”，由电子计数器进行记录。当吸住咖啡豆的吸孔解除吸力后，咖啡豆落在输送带

上，通过压缩空气喷嘴将坏豆吹出。每小时可处理 50kg 咖啡豆。随着科学技术的进步，喂料机构有了很大改进，放入喂入斗的咖啡豆通过振动输送槽送到单排轨道，或带槽的输送带，或一个倾斜的滑道，使咖啡豆一个一个地快速滑下。滑道用不锈钢或铝制成，在滑道末端，由于惯性作用，咖啡豆形成一个自由飞行线通过光检室（图 3－7）。光束从几个方向照到咖啡豆上，从其表面反射到光检室的各个光电倍增管上，在此光能转换为电能，送到各对应的比较线路，与代表该产品标准颜色的标准电压进行比较，电压一致则认为是合格咖啡豆，可以通过输出滑道自由落入成品收集器内，当各比较器从各方位得到的信号电压有任何一个与标准电压不一致时，就发出剔除信号，令喷嘴吹出一小股压缩空气，准确地将不合格咖啡豆吹出正常运行轨道，从而被剔出，落入不合格品收集器（图 3－8）。

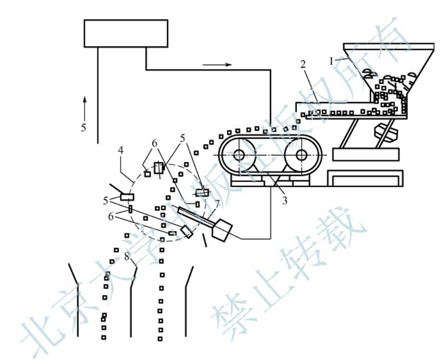


图 3－7　电子颜色分选机结构

1—喂入斗；2—振动器；3—带槽及带；4—光检室；5、6—充电元件；7—喷气嘴；8—隔板

（资料来源：李整民，1995. 电子颜色分选机及其在咖啡加工中的应用 [J]. 热带作物机械化(2)：23－25.）

电子颜色分选机采用了先进的电光学系统，具有结构简单，工作可靠，灵敏度高，生产效率不受坏咖啡豆百分率的影响，机器本身运动部件少，机器磨损小，便于操作和维护，占地面积小等优点。

3. 维护和保养

（1）开始作业前，对电子颜色分选机进行全面检查，排除一切故障，方能开机作业。

（2）在作业时，如发现电子颜色分选机有不正常的振动和声响，应立即停机检查，待查明原因、排除故障后才能重新作业。

（3）开机后要检查咖啡豆选拣情况，并注意观察色选报告。工作 500h 后，应对整机进行一次保养。

（4）定期擦拭分选箱玻璃和背景板。

（5）确保滑道清洁，无糠粉、异物粘贴。

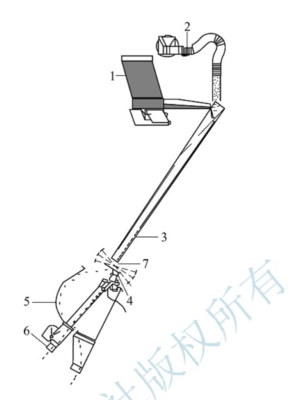


图 3-8　电子颜色分选机分选原理

1—喂入斗和振动器；2—吸尘器；3—滑道；4—剔除不合格品喷嘴；
5—不合格品收集器；6—成品收集器；7—扫描装置

（资料来源：李整民，1995. 电子颜色分选机及其在咖啡加工中的应用［J］. 热带作物机械化(2)：23-25.）

（6）按时排放过滤器积水，检查工作气压应在 0.2MPa。

（7）确保吸尘风机工作正常，经常清理吸尘网板，保证气流畅通。

（8）经常检查视镜和清灰气缸的清洁度，以免严重影响色选效果。

（9）经常清扫背景板电动机传动件上的灰尘。

（10）禁止用气枪正对喷气口清灰。

一些咖啡生产国（如巴西、哥斯达黎加、牙买加等）采用的电子颜色分选机主要型号有 E. S. M.（Elexso）GB300 型、Sortex425C 型、Sortex423DV 型。E. S. M. GB300 型是双色电子颜色分选机，有三个通道。Sortex425C 型为双色/单色电子颜色分选机，光束从三面照射。Sortex423DV 型为二通道电子颜色分选机。



图 3-9　CCD 智能色选机（型号：CCD-K4）

随着计算机技术的应用，电子颜色分选机的操作自动化程度越来越高，可以有效地作业、监控和自动输出分选报告。图 3-9 所示为 CCD 智能色选机。

七、称量机


图 3－10　称量机

1. 组成

称量机（图 3－10）由显示器、可调支座、称物盘等组成。

2. 维护保养

（1）开始称量前，对称量机进行全面检查，主要看是否水平，如果不水平，调节可调支座，调至水平，方能进行称量作业。

（2）称物盘随时保持清洁；不能过度振动，易损称量的准确度。

（3）称量机使用一段时间后，要进行校正。

（4）所称量的物件不能超过称量机的最大称量值。

八、缝袋机及其他配套设备

缝袋机（手提式）如图 3－11 所示，其他配套设备如图 3－12 所示。


图 3－11　手提式缝袋机

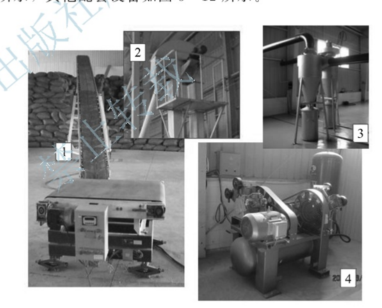


图 3－12　配套设备

1—堆码机；2—提升机；3—空气交换装置；4—压缩装置

第二节　小粒种咖啡精制加工工艺

一、小粒种咖啡精制加工工艺流程

小粒种咖啡精制加工工艺流程：除石去杂→粗脱壳→精脱壳抛光→风选除杂→分级→色选→商品豆→称量装袋→贮藏运输。



二、小粒种咖啡精制加工操作要求及注意事项

（一）除石去杂

为保证产品的质量，保护后续加工设备不被损伤，有必要对带壳咖啡豆原料进行清选除杂处理，除去原料中夹带的杂草、枝叶、尘土等轻杂质，砂石、泥块、玻璃等重杂质，以及金属杂质等。

根据重力除石去杂机进料口的高度及处理量要求，将带壳咖啡豆（包含杂质）提升到一定的高度，并输送满足重力除石去杂机处理量要求的量。带壳咖啡豆从高处跌落于筛面上，在筛面振动和风力的作用下，石头从下排出口排出，杂质从另一排出口排出。

（二）粗脱壳

咖啡豆种壳主要由木质素、纤维素和半纤维素组成，其营养素含量较低，严重阻碍了咖啡后续加工过程中有效组分的利用。为减轻精脱壳抛光设备的负荷，提高产品的质量及生产效率，对带壳咖啡豆先进行一次粗脱壳处理。咖啡豆粗脱壳要求脱壳率高，咖啡豆的破损率低，碎壳的形态应便于后续加工，即壳与咖啡豆便于分离，机器的生产率高。

根据粗脱壳设备进料口的高度及处理量要求，将经过清选除杂处理的带壳咖啡豆提升到一定的高度，并输送满足粗脱壳设备处理量要求的量，带壳咖啡豆在摩擦力和剪切力的作用下脱去种壳。

影响脱壳效果的因素有带壳咖啡豆的含水量、运动磨片的转速、带壳咖啡豆的均匀度、磨片之间的工作间隙和出料口压力等。

（1）带壳咖啡豆的含水量的影响。带壳咖啡豆的含水量较高（大于12%）时，带壳咖啡豆的韧性增大，需要增大摩擦力和剪切力才能使种壳产生裂纹；但是增大剪切力，对于咖啡豆的挤压作用也增大，由于咖啡豆的韧性增大，此挤压作用会导致咖啡豆变形，影响咖啡豆的品质，因此不能增大摩擦力和剪切力；不增大摩擦力和剪切力，带壳咖啡豆种壳不易产生裂纹，脱壳不干净，达不到技术要求。当带壳咖啡豆的含水量较低（小于11%）时，带壳咖啡豆较脆，在摩擦力和剪切力不变的情况下易产生碎咖啡豆，影响咖啡豆的品质和等级。由于咖啡豆种壳是网状栅栏组织结构，需要一定的剪切力才能使种壳产生裂纹到破裂，减小摩擦力和剪切力，种壳不会产生裂纹而破裂，无法实现脱壳，达不到技术要求。

（2）运动磨片的转速的影响。运动磨片的转速低，带壳咖啡豆在单位时间内受到摩擦力和剪切力作用的次数减少，进料速度不变，带壳咖啡豆脱壳不干净，达不到技术要求。运动磨片的转速高，带壳咖啡豆在单位时间内受到摩擦力和剪切力作用的次数增加，进料速度不变，带壳咖啡豆易产生碎粒，影响咖啡豆的品质和等级。

（3）带壳咖啡豆的均匀度的影响。带壳咖啡豆大小参差不齐，磨片之间的工作间隙固定，大粒豆受到的摩擦力和剪切力的作用适中，而小粒豆受到的摩擦力和剪切力极小，大粒豆的种壳已脱去，小粒豆的未脱去，达不到技术要求。如果将磨片之间的工作间隙调小，小粒豆受到的摩擦力和剪切力适中，脱壳效果好，但是大粒豆过多地受到摩擦力和剪切力的作用，使大粒豆破碎，最后导致碎咖啡豆过多，影响咖啡豆的品质和等级。

（4）磨片之间的工作间隙的影响。磨片之间的工作间隙大，运动磨片和固定磨片给带壳

咖啡豆的摩擦力和剪切力减小，带壳咖啡豆脱壳不干净，达不到技术要求。磨片之间的工作间隙小，运动磨片和固定磨片给带壳咖啡豆的摩擦力和剪切力增大，脱壳干净，但是易产生碎粒，影响咖啡豆的品质和等级。

（5）出料口压力的影响。出料口压力过小，虽然生产率大，脱壳机及出料口的温度低，碎豆率低，但是脱壳效果不好，达不到技术要求。出料口压力过大，脱壳效果很好，脱壳机及出料口的温度高，碎豆多，影响咖啡豆的品质和等级。

（三）精脱壳抛光

将经过粗脱壳处理的咖啡豆进一步脱壳、去银皮，对咖啡豆进行抛光，并将咖啡豆与壳屑、银皮等经设备自带的筛分分离机构进行初步的筛分分离，为下一工序做好准备。

根据精脱壳抛光设备进料口的高度及处理量要求，将经过粗脱壳处理的咖啡豆提升到一定的高度，并输送满足精脱壳抛光设备处理量要求的量，输送的物料为已脱壳的咖啡豆、壳屑及还未脱壳的带壳咖啡豆，在摩擦力的作用下，除去种壳及银皮。

有的咖啡加工厂把粗脱壳和精脱壳抛光合为一次完成。

（四）风选除杂

通过精脱壳抛光出来的咖啡豆，还含有一些壳屑、银皮及少量的碎咖啡豆等。由于咖啡豆与壳屑、银皮及碎咖啡豆的密度不同。根据风选除杂设备进料口的高度及处理量要求，将经过精脱壳抛光处理的咖啡豆提升到一定的高度，并输送满足风选除杂设备处理量要求的量，通过筛分、风力作用将壳屑、银皮及碎咖啡豆与咖啡豆进行分离，保证咖啡豆的纯净和品质。

（五）分级

为提高咖啡豆的商品价值，提高经济效益，需要按粒度、密度、色泽等对咖啡豆进行筛选分级处理。

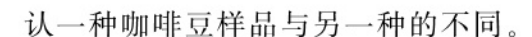
咖啡豆原产地的管理方式不同，因此即使是同产地的咖啡，其品质和风味也是不同的。为了标示咖啡的品质，也为了让交易更加便利，所以有了“咖啡分级”。

咖啡豆品质分级并没有一个国际通行的标准，每个国家的分级方式各不相同，因此咖啡分级是根据适用于各个生产国的一些特征来进行的，即从一个袋子中取出咖啡豆样品，根据该生产国的标准对其进行判断，针对这些样本进行评级，依照评价决定其好坏。大部分咖啡分级的特征有外形（豆的大小、均匀度、颜色）；样品中欠点豆的数量；盛杯品质，包括口味和醇度；还有咖啡豆的烘焙程度。各个国家之间的分级和术语表述不同，所以咖啡质量的标准仅和该国生产的咖啡种类相关，如果不熟悉一个国家原始的分类标准，了解咖啡的真正质量是很难的。但各国有一个固定统一的参考，即都以标准化的筛子来决定咖啡豆的大小。

每个咖啡生产国拥有其分级制度与分级名称，咖啡标识上看到的文字如“SHB”“AA＋”“Supremo”“Extra Fancy”“圆豆/小豆果”等，都是咖啡豆的分级名称。咖啡豆的级别不是A越多越好，国际咖啡组织对级别有严格的规定，有AA（最高）、A、B、C、PB（指的是小圆豆）等级别。咖啡豆大小分级目数有19～20目、18～19目、17～18目、15～16目、13～14目，依次由大到小。

1. 咖啡豆分级名词

下面这些术语的意思各国之间可能会有所不同，但它们是被普遍接受的定义，有助于辨



认一种咖啡豆样品与另一种的不同。

（1）黑豆（Black Bean）：受到虫害的豆子、采收前掉落地面的枯死果实、已分解的豆子、过度成熟果实的豆子、受金属等外物污染的豆子。

（2）粗豆（Golden Bean）：豆子大小在中豆与大豆之间。

（3）破豆（Broken Bean）：干燥过头易碎的豆子，在脱壳时很容易碎成数片。

（4）褐豆（Brown Bean）：在阿拉伯咖啡豆中用来表示熟过头的、过分发酵的、发酵不足的（淡褐色），或脏的、没进行前期水洗的咖啡豆。

（5）变色豆（Discolored Bean）：任何颜色不正常的咖啡豆（阿拉伯种咖啡豆中的绿色豆、蓝色豆，罗巴斯塔种咖啡豆中的卡其色豆、淡褐色豆、浅黄色豆），可能表示劣质的加工或口味不太好。

（6）象耳豆（Elephant Ear Bean）：畸形的咖啡豆，果实内有一粒大的豆包围着一粒小的豆，这两个豆子在烘焙的过程中可以分开，但口味不会被破坏。

（7）象豆（Elephant Bean）：马拉戈吉佩变种的俗称，世界上最大的咖啡豆，好烘焙，香味柔顺，一般被看作有价值的豆子；但因经济利润小而逐渐消失，不要与象耳豆搞混。

（8）漂浮豆（Floater Bean）：水洗时因密度低漂浮在水面的未成熟、过度成熟或褐色的豆子。

（9）狐豆（赤褐色）（Foxy Bean）：因过熟而略微发红的咖啡豆，过度发酵（延迟去果肉）的咖啡豆、遭受霜冻的咖啡豆。

（10）硬豆（Hard Bean）：很常见的阿拉伯种咖啡豆，对某些出产最佳品质“极硬豆”的国家来说，这种豆的生长海拔高度较低。不要与“硬（hard）”口味搞混。

（11）去壳咖啡（Hull Coffee）：干法加工处理的咖啡豆在去除种壳前先将包裹着的干果实去掉。

（12）天然豆（Natural Bean）：干法加工处理的咖啡豆。

（13）灰白豆（Pale Bean）：黄颜色的、出自未成熟的或受干旱影响的咖啡果，在烘焙过程中达不到令人满意的暗色。灰白豆的存在会破坏一批咖啡的味道。

（14）内果皮（Parchment）：咖啡果内包围咖啡豆的保护膜或外衣。如果要把咖啡果用作种子发芽的话这层膜必须是完整的，也就是“带皮的”。

（15）珠粒（Peaberry）：一种小个咖啡豆里面只有一粒小圆豆（畸形）。同类的珠粒被分捡在一起，它们比普通的咖啡豆，甚至是产于同一棵树上的咖啡豆的卖价要高些。

（16）豆荚（Pod）：在去皮后还由干燥的果肉包围着的咖啡豆，属于样品中的欠点豆。

（17）被去皮机夹碎的咖啡豆（Pulper-nipped Bean）：咖啡豆去皮时被咬伤，会降低品质。

（18）淡味豆（Quaker Bean）：和灰白豆很像，虽然该术语有时可以和灰白豆互换使用，但它不是因果实未成熟而造成的。

（19）粗糙的豆（Ragged Bean）：因干旱而发育不全的咖啡豆。

（20）臭豆（Stinker Bean）：过度成熟、过度发酵或受到病虫害的咖啡豆。豆子的味道普遍是腐臭味、发霉味，一般肉眼分不出来，经过电子分级机的紫外光时，呈现红色，会影响整批豆子的品质。

（21）极硬豆［Strictly Hard Bean（SHB）］：种在极高海拔高度的阿拉伯咖啡豆，豆子的密度高，香味佳。

（22）极高海拔豆［Strictly High Grown（SHG）Bean］：不同的分级术语，基本上和极硬豆的条件相同。

（23）级外（Triage）：最低等级咖啡豆，不能外销，被丢掉。

（24）非水洗（Unwashed）：干法加工的咖啡豆。

（25）水洗（Washed）：水洗处理的咖啡豆。

（26）黄色豆（Yellow Bean）：阿拉伯种咖啡豆中，因过分干燥造成的黄颜色咖啡豆。

2. 咖啡豆的分级

咖啡豆分级时一般先分出扁平豆和圆豆。咖啡的果实是由两颗椭圆形的种子相对组成的。互相衔接的一面为平坦的接面，称为扁平豆。但也有由一颗圆形种子组成的，称为圆豆。

各国咖啡豆的处理方式不完全相同，所以产生了各式各样的分级方法，常见的有下列几种分级方法。

（1）以咖啡豆的大小分级

这种分级法是以各种有孔的筛网进行分级。筛网有各种规格，以编号识别，编号与筛孔是相关的。筛孔的大小以1/64英寸为计算单位，若筛孔的直径是18/64英寸，则表示这个筛网的编号是18，若筛孔的直径是17/64英寸，则表示这个筛网的编号是17，以此类推，有19、18、17、16、15、14、13等各种编号的筛网。筛选的过程是将咖啡豆置于网上，以机器或人工来回摇动，比筛孔小的咖啡豆会落下，被剔除，被剔除的咖啡豆会经过小号的筛网加以筛选，经过层层筛选，咖啡豆的级别确定下来。

经过分级以后，扁平豆由大到小最后分为AA、A、B、C，AA为最高级别，同一产地的咖啡豆一般是以大而饱满为上品，这说明咖啡果是生长到最佳状态才被采摘的，这样的咖啡果实里的豆子才能体现最好的风味，这一级别的咖啡豆有资格入选精选咖啡，A、B、C级别依次递减，C级以下的咖啡豆通常用来当饲料或肥料。另外，圆豆的风味特殊，而且豆粒体积比较小，所以自成一级，即PB级，通常价格较高。一般使用这种分级法的国家有肯尼亚、巴布亚新几内亚、津巴布韦、坦桑尼亚、乌干达等。

扁平豆与圆豆大小对照见表3-1。

表3-1　扁平豆与圆豆大小对照

	过滤筛网号	咖啡豆大小描述
扁平豆	20～19	特大
	18	大
	17	准大
	16	普通
	15	中
	14	小
	13～12	特小

续表

	过滤筛网号	咖啡豆大小描述
圆豆	13～12	大
	11	准大
	10	普通
	9	中
	8	小

（2）以瑕疵豆的点数分级

这种分级方法是最早的分级方法，巴西的许多地区还在使用。分级的方法是随机抽取300g的样品，放在黑色的纸上，因为黑纸最能避免反光；然后，由专业鉴定师谨慎视检，挑出样品中的瑕疵豆，将瑕疵分类，并按照不同的瑕疵对应不同的点数，累计得不同的分数。例如，黑豆1粒算1分，小石子1粒算1分，大石子1粒算5分，破碎豆5粒算1分，虫害豆5粒算1分，酸豆2粒算1分，大干果皮1个算1分，中干果皮2个算1分，小干果皮3个算1分，未脱壳豆粒5个算1分，贝壳豆3个算1分等，鉴定完之后，依照累积的缺点分数定级为NY2～NY8，最高级别是NY2，最低级别是NY8，没有NY1级。印度尼西亚的咖啡豆也采用这种分级方法，只是分为6级，Gr1～Gr6；埃塞俄比亚咖啡豆最高级别是Gr2。

（3）以产地的高度分级

一般来说，产地的高度比较低，气候比较温暖，咖啡生长速度较快，吸收到的土壤营养较少，其生豆的密度较小，质地不坚硬，咖啡品质相对就差，咖啡的口感也就较差，而高山地区的气候寒冷，咖啡生长速度缓慢，生豆的密度高，质地坚硬，密度越高、质地越坚硬的咖啡自然就芳香浓郁，并且伴有柔顺的酸味。所以，也有人以“硬度”来分级。这种分级方法可以分为极硬豆，简称SHB，海拔高度为1375～1524m；高硬豆，简称GHB，海拔高度为915～1375m；硬豆，简称HB，海拔高度为610～915m；太平洋级，简称Pacific，海拔高度为300～1000m。危地马拉、哥斯达黎加、萨尔瓦多等国家都采用这种分级方法。

（4）其他分级方法

① 夏威夷科纳咖啡的分级方法。夏威夷科纳咖啡主要分为Type1与Type2两大类：Type1指的是一般的扁平豆，Type2则属于圆豆。在两级别之下，再根据大小和瑕疵豆的数量分成若干级别。

科纳咖啡处理精良，基本可以列入精选咖啡，其扁平豆特征如下。

a. 科纳特优豆（Kona Extra Fancy）。豆子的直径大于或者等于19/64英寸，含水率为9%～12%，缺陷豆少于10个。

b. 科纳特级豆（Kona Fancy）。豆子的直径大于或者等于18/64英寸，含水率为9%～12%，缺陷豆少于16个。

c. 科纳一级豆（Kona Number One）。豆子的直径大于或者等于16/64英寸，含水率为9%～12%，缺陷豆少于20个。

d. 科纳高级豆（Kona Prime Pea-berry）。豆子的直径大于或者等于 10/64 英寸，含水率为 9%～12%，以质量计算，缺陷豆不超过 25%。其中，已经发酵的豆子和黑豆的质量不能超过总质量的 5%。

② 埃塞俄比亚咖啡的分级法。埃塞俄比亚的咖啡分级制度始于 1952 年。该国将咖啡豆分为 1～5 等级（Grade1～Grade5），由埃塞俄比亚咖啡委员会负责分级。

1、2 级保留给水洗豆，日晒豆则从 3、4 级开始向下分级。1 级豆很少见到，市场上的 2 级豆基本上就是最好的水洗豆了。这里需要说明的是，其实很多出口商因为税费的关系会把咖啡豆等级下调一阶，比如把 3 级日晒豆下调为 4 级。所以一般 2 级的耶加雪菲与西达摩水洗豆已经是佳品了，同时 4 级的耶加雪菲与西达摩日晒豆也是属于佳品。

③ 印度咖啡的分级法。印度的咖啡分级法和其他国家产区的分级法有所不同，要先区分阿拉伯种咖啡豆和罗巴斯塔种咖啡豆，再针对这两种豆细分为水洗豆和日晒豆，分级的标准是依据生豆的大小。就阿拉伯种咖啡豆而言，扁平豆等级高低依次分为 A、B、C、BBB 与 BULK，圆豆等级为 PB，水洗豆冠以 Plantation（大型农场或共同处理中心），而日晒则冠以 Cherry，具体见表 3-2。

表 3-2 印度阿拉伯种水洗豆和日晒豆分级

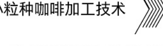
水　洗　豆	日　晒　豆	备　　注
Plantation - PB	Cherry - PB	圆豆
Plantation - A	Cherry - A	扁平豆
Plantation - B	Cherry - B	
Plantation - C	Cherry - C	
Plantation - BBB	Cherry - BBB	
Plantation - BULK（散装）	Cherry - BULK	

就罗巴斯塔种咖啡豆而言，扁平豆等级高低依次为 AB、C、BBB 与 BULK，圆豆等级为 PB，水洗豆冠以 Parchment，而日晒豆则冠以 Cherry，具体见表 3-3。

表 3-3 印度罗巴斯塔种水洗豆和日晒豆分级

水　洗　豆	日　晒　豆	备　　注
Parchment - PB	Cherry - PB	圆豆
Parchment - AB	Cherry - AB	扁平豆
Parchment - C	Cherry - C	
Parchment - BBB	Cherry - BBB	
Parchment - BULK（散装）	Cherry - BULK	

一般的罗巴斯塔种咖啡豆（Parchment - AB）为 15 号豆（15/64 英寸），但是也有更精准的分类，有人挑出 17 号以上的豆，冠以皇家级（Kaapi Royale），是精选浓咖啡综合豆或者一般综合豆的原料。



④ 哥伦比亚咖啡的分级法。哥伦比亚咖啡分为 Supremo、Excelso、Extra 三级，其中 Supremo 为最高级，Extra 为最低级，Excelso 则是为了满足商业咖啡买家的需求而将另外两种混合而成的。

最高等级的咖啡豆不一定是最好喝的，然而，从 Supremo 中再挑出 18 号的“Supremo 18”却有不错的风味，一般在精品咖啡专卖店可以看到。

⑤ 美国精品咖啡协会的分级法。美国精品咖啡协会制定的咖啡豆分级法也是按照瑕疵豆的点数将咖啡豆分为若干等级（表 3-4），第一级为“精品级”，第五级为“淘汰级”。

表 3-4 美国精品咖啡协会的分级

等级	瑕疵累计点数
精品级（Specialty Grade）	0～5
佳作级（Premium Grade）	6～8
可交易级（Exchange Grade）	9～23
低于标准级（Below Standard Grade）	24～86
淘汰级（Off Grade）	>86

3. 咖啡豆的筛分分级

采用咖啡豆专用多级筛，根据咖啡豆的粒径、密度，进行筛分分级，分出不同级别的咖啡豆。采用粒度分级即用粒径分级机把咖啡豆按颗粒大小分级，常用 10～20 号筛或 13 号、15 号、17 号筛（由国际标准组织制定）进行分级。

如小粒种咖啡焙炒前的分级方法按筛网孔径大小一般分为四级，各级的分级标准：大于 7mm，6～7mm，5～6mm，小于 5mm。

（1）影响筛分效率的因素

① 筛面上咖啡豆层厚。咖啡豆层越薄，筛下颗粒通过此层的时间越短，每颗咖啡豆接触到筛孔的机会越多，筛分效率就越高。

② 筛下咖啡颗粒百分含量、颗粒级配和形状。筛下颗粒百分数越高，咖啡豆被筛落的速度越快，咖啡豆层减薄得越快，筛分效率就越高。筛下颗粒中粒度小于筛孔直径 3/4 的易筛粒越多，难筛粒越少，筛分效率就越高。球形颗粒比扁平颗粒易筛落。

由于咖啡的生长环境、海拔高度不同，咖啡豆的密度质量不同，因此可采用重力分级机和风选分级机进行密度分级。

（2）国际常用分级标准

国际分级标准与筛孔直径对照见表 3-5。

表 3-5 国际分级标准与筛孔直径对照

国际分级标准	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
筛孔直径/mm	4.00	4.36	4.76	5.16	5.56	5.95	6.35	6.75	7.14	7.54	7.94

（资料来源：文志华，2011. 保山咖啡产业发展研讨会 .）

（3）国内常用分级标准

国内咖啡按筛孔 6.5mm、6.0mm、5.5mm、5.0mm 分为五级。

一级：6.5mm 以上，豆粒饱满、完整。

二级：6.0～6.4mm，豆粒饱满、较匀齐。

三级：5.5～5.9mm，豆粒较饱满、稍欠匀齐。

四级：5.0～5.4mm，有不完整豆，完整占 79%以上。

五级：5.0mm 以下，有不完整豆，完整占 30%以上。

云南所种的小粒种咖啡在生长良好的情况下，成熟度最高的豆子可以通过 17 号筛，极少数可以通过 18 号筛，但容易产生裂纹。

4. 小粒种咖啡豆缺陷物分级法

小粒种咖啡豆在销售时是根据缺陷物的含量进行分级的，常以一定质量的小粒种咖啡豆中含多少个缺陷物来定。可按我国一直采用的地方标准进行分级，也可按国际标准分级。在我国以 300g 咖啡豆中含几个缺陷物的方式来分级，分级标准见表 3－6。

表 3－6　咖啡豆缺陷物分级法

级别	咖啡豆大小/cm	水分含量	外观一致性	碎豆/（%）	每 300g 缺陷数	豆形	生豆气味	生豆颜色	焙炒外观评价	杯品质量	系数
1	＞0.65	12%	一致性好	极限 2.0	极限 15	椭圆	清新	青绿	均匀并有光泽	清纯并有风味	100%
2	＞0.55～0.65	12%	一致性好	极限 2.0	极限 15	椭圆	清新	青绿	均匀并有光泽	清纯并有风味	100%
3	＞0.45～0.55	12%	一致性好	极限 2.0	极限 15	介于圆与椭圆之间	清新	青绿	均匀并有光泽	清纯并有风味	100%
4	＜0.45	12%	混合	无极限	极限 30	混合	温和	青绿	多数有光泽	无异味有其特点	75%
5	混合	12%	混合	极限 10	极限 100	混合	无异味	偏绿	混合	无异味	60%
6	混合	12%	混合	极限 10	无明显异物	混合	无过分异味	混合	混合	无过分异味	35%

注：1. 碎豆比例是 300g 样品内碎豆含量。

2. 缺陷数指 300g 样品内，根据表 3－7 计数方法得出的数据。

3. 豆形：发育正常的豆形成椭圆。

4. 气味：好质量豆子气味清新没有酸性、霉味等异味。

（资料来源：刘明辉，1994. 咖啡品尝技术及提高咖啡质量的措施［J］. 云南热作科技，17（1）：34－38.）

表 3-7　缺陷豆计数

名称	规格	数量	名称	数量
1 块大石头	78mm	2	5 个部分发黑豆	1
1 根大枝条	72mm	2	5 个部分发酸豆	1
1 块中石头	4.75～8mm	1	5 片贝壳豆	1
1 根中枝条	1～2cm	1	5 个浮水豆	1
3 块小石头	＜4.75 cm	1	5 个白豆	1
3 根小枝条	＜1cm	1	2 个带壳豆	1
1 个干果		1	2 个带有部分果皮	1
1 个黑豆		1	2 个其他缺陷豆	1
1 个酸豆		1		

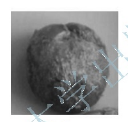
注：1. 以上计数表基于 300g 的样品。

2. 发酸豆、带壳豆和部分发黑豆如图 3-13 所示，干果如图 3-14 所示，贝壳豆如图 3-15 所示。咖啡豆中常见杂物如图 3-16 所示。

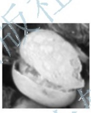
（资料来源：刘明辉，1994. 咖啡品尝技术及提高咖啡质量的措施 [J]. 云南热作科技，17(1)：34-38.）



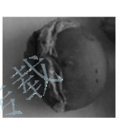
【对应彩图】



(a) 发酸豆



(b) 带壳豆



(c) 部分发黑豆

图 3-13　发酸豆、带壳豆和部分发黑豆



图 3-14　干果





【对应彩图】



图 3-15 贝壳豆

（六）色选

在通过筛分分级得到的不同级别的咖啡豆中，含有发育不良豆、虫害豆、病害豆、过熟豆、未熟豆，以及机器加工中造成的破损豆等，为保证产品的品质，需要对其按照成熟度、完整度及色度进行分选。只要捡除 1%的臭豆，就可使咖啡豆提高 1～2 个等级。分选方式有人工拣选和机器分选，人工拣选成本低一些，机器分选采用电子颜色分选机，成本比人工拣选要高。

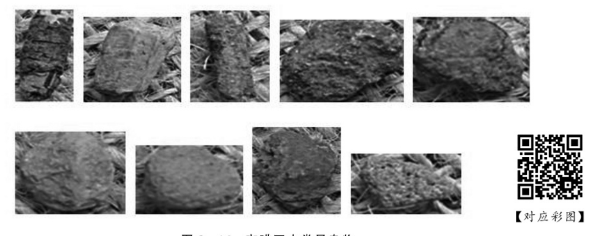


图 3－16　咖啡豆中常见杂物

（资料来源：文志华，2011. 保山咖啡产业发展研讨会.）

单色电子颜色分选机可剔除的咖啡豆类型有黑豆、灰豆或暗色豆；双色电子颜色分选机除了可以剔除黑豆、灰豆外，还可以剔除褐色豆和酸豆、白豆，以及某些虫咬过的豆和带皮豆。每个通道的生产率对咖啡豆而言为 100～150kg/h。

1. 色选效果参数设置

（1）最大通道产量

最大通道产量是指用于选除咖啡豆中异色咖啡豆时每个通道的最大处理量。咖啡豆中异色咖啡豆的含量不超过 0.3%时，其最大通道产量一般为 80～100kg/h。如果咖啡豆表面不够光洁或未经过抛光处理，会影响电子颜色分选机光学元件的识别效果，进而降低了电子颜色分选机的最大通道产量。如果咖啡豆中异色咖啡豆的含量大于 0.3%，电子颜色分选机的最大通道产量也将大大降低。一般是咖啡豆中异色咖啡豆的含量在 0.3%～0.5%时，最大通道产量选取 40～80kg/h 较适宜。

（2）空气压缩机排气量

空气压缩机排气量的选择应是电子颜色分选机标牌要求用气量的 1.5～2.0 倍。如果咖啡豆表面光亮度不够、异色咖啡豆含量较高或咖啡豆中含有大量银皮，电子颜色分选机识别率会下降，耗用压缩空气量将更大；同时空气压缩机选择应留有余量，可以实现空气压缩机的间歇运行，便于其运转部件的冷却降温，延长使用寿命。

（3）吸尘风量

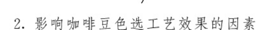
吸尘风量选择一般为电子颜色分选机标牌需求量的 1.2～1.5 倍，同时管道要安装风阀进行风量调节。吸尘风量过低，机器内部粉尘吸不净将影响光学元件的正确识别，也影响其他电子元件的散热及使用寿命；吸尘风量过高，会使咖啡豆在色选段运行轨迹下移，使部分好咖啡豆流到收集口外面，混入次咖啡豆流中。

（4）色选带出比

色选带出比即色选出的异色咖啡豆中含有的异色咖啡豆粒数与好（正常）咖啡豆粒数的比率，性能好的电子颜色分选机一般为 1∶1 或 1∶2。

（5）单面、双面或三面色选

对咖啡豆的选别方式，由于技术进步，较先进的电子颜色分选机已经采取了双面或三面色选，选别效果更好。



2. 影响咖啡豆色选工艺效果的因素

(1) 咖啡豆中异色咖啡豆的含量

咖啡豆中所含的异色咖啡豆有霉变粒、未成熟粒、变色粒、黄色粒及砂石等。异色咖啡豆含量过高，会降低色选精度。在一般情况下，电子颜色分选机的色选精度即电子颜色分选机正常咖啡豆出口物料质量与进机物料质量之比、色选带出比即电子颜色分选机剔除物料中的异色咖啡豆与所带出的正常咖啡豆质量之比，两项指标是在额定流量、正常咖啡豆中异色咖啡豆含量小于2%的条件下确定的。当正常咖啡豆中异色咖啡豆含量超过2%时，将造成色选精度下降。同时，正常咖啡豆中异色咖啡豆含量过高，也使得电子颜色分选机产量下降，吹出的异色咖啡豆多，相应带出的正常咖啡豆也多。在这种情况下，可减小进机流量，使通道内料层厚度适当变薄，以提高色选精度。当然，此时电子颜色分选机的产量会受到一定的影响。

(2) 进机咖啡豆流量

电子颜色分选机要求在额定流量下运作，或适当减小流量，以保证色选精度；流量过大，通道的料层过厚，影响光电探测器对异色咖啡豆信号的正常捕捉，将降低色选精度；流量过小，通道内料层过薄，物料在通道内不是滑动，而是翻滚跳动，也会降低色选精度。流量大小可通过调节振动器的振幅而改变。注意几个振动器的振幅大小调节应一致。生产中观察到，一台电子颜色分选机的两个振动器振幅不等时，振幅大的一端流量大，其通道内物料的色选精度明显低于振幅小的一端的色选精度。

(3) 电子颜色分选机在工艺流程中的位置

咖啡豆生产工艺中，电子颜色分选机应该位于咖啡豆分级之后，分级后的咖啡豆颗粒大小基本一致。当异色咖啡豆含量较高时，电子颜色分选机设置在分级筛之后效果将更理想。一般来说，相当一部分异色咖啡豆（霉变粒、未成熟粒）结构强度较低，经过脱壳等工序后，已成为碎粒。在色选前分级，在分级除碎的同时，也将部分异色咖啡豆除去。在正常咖啡豆分级后只对整粒咖啡豆进行色选，有利于提高色选精度。

(4) 压缩空气的质量

供气系统应向驱动喷射系统供送不含油水和杂质的、干燥的、压力稳定的压缩空气。不洁净、不干燥的压缩空气会损坏喷嘴，致使喷嘴不喷气或喷气不止，从而导致色选精度下降或色选带出比增大。

(5) 正确使用、精心维护电子颜色分选机

电子颜色分选机不应安装在振动较强的设备旁，避免受到振动干扰。过度的振动会导致色选精度降低、色选带出比偏高。

避免阳光、强光直射电子颜色分选机，否则会造成充电系统捕捉到的信号微弱，即正常咖啡豆与异色咖啡豆之间的信号反差小，降低色选精度。

用吹气枪清理振动器、通道、喷射阀和分选室内的沉积物，严禁用硬物来除尘，否则会划伤部件表面，影响色选效果。

严格按照使用说明书进行操作。操作人员只对流量、灵敏度进行调节，其他参数经专业人员调定后，如果不改变色选物料的种类，操作人员应不随意调整。

3. 电子颜色分选机设备操作管理

(1) 现场的专职管理

电子颜色分选机要有专人操作，并且要相对保持稳定，将技术指标与经济责任制挂钩，

明确设备操作、维护、巡检、定检、交接班责任，明确工作内容与设备责任，对设备操作人员巡检的时间、部位、方法、记录等要有具体要求，对设备的润滑、状态监测情况及卫生区域有具体记录要求等，对设备操作人员及管理人员的设备状况完成及指标要进行定量考核，如设备完好率、故障停机率等。

（2）现场规范管理

建立健全各项规章制度，系统地规范现场管理人员行为。要求操作人员做到以下五点。

① 对设备要“四懂、三会、三好”，即懂原理、懂结构、懂用途、懂性能；会操作、会排除故障、会维护保养；管好、用好、修好。

② 对现场维护“三勤一定”，即勤检查、勤擦扫、勤保养，定时如实记录，规范地执行“清洁、润滑、紧固、调整”设备维护的操作方法。

③ 现场巡检执行“听、摸、闻、比、看”巡检方法。

④ 设备运行“三不准”和“五不漏”，即不准超压、不准超速、不准超负荷，不漏料、不漏尘、不漏气、不漏油、不漏水。

⑤ 现场“一平、二净、三见、三无、三不缺”，即现场要平整，门窗玻璃干净、四周墙壁干净，沟见底、轴见光、设备见本色，无垃圾、无杂物废料、无闲散器材，门窗玻璃不缺、照明设备不缺、地沟盖板不缺。

4. 色选的经济补偿

咖啡豆经过电子颜色分选机分选后，可以剔除霉变豆粒，从而提高产品质量，提高商品竞争力，最终获得经济效益。因此，剔除造成的损失必须由产品分选后增加的价值来补偿，即在经济上要满足下列不等式。

$$(x-u)(p+w)\geqslant x(p+c) \tag{3-1}$$

式中　x——原料质量，单位为kg；

u——从原料中剔除的物料质量，单位为kg；

p——未清选情况下产品的单价，单位为元/千克；

w——清选后的产品每千克价值增加额，单位为元/千克；

c——每千克原料所花的清选费用，单位为元/千克。

令剔除物料占比为$\beta=u/x$，则式(3-1) 可以写为

$$(1-\beta)(p+w)\geqslant p+c$$

如果剔除的物料仍有利用价值，令剔除物料的单价为v，则式(3-1) 可扩展为

$$(x-u)(p+w)+ux\geqslant x(p+c)$$

三、成品小粒种咖啡豆品质要求

影响一杯咖啡口感和品质的因素有很多，如咖啡豆的质量、烘焙度和烘焙技术、萃取方式和技术、冲泡时的新鲜程度，但这一切的前提是好的咖啡豆，再高明的咖啡师也无法用坏咖啡豆做出美味的咖啡。咖啡豆的品质要看咖啡豆的颜色、豆型、外观、银皮、中间线、饱满程度。

看颜色：若是当季采收的新咖啡豆，含水量多，呈深绿色。若是采收一年以上的旧豆，水分已脱去，渐渐趋于灰白色。

看豆型：好的咖啡豆豆型一致，大小均匀。这样的豆子在烘焙时才能受热均匀，产生一致的味道。

看外观：好的咖啡豆外观一致，颜色均匀，颗粒大小相似。咖啡豆表面比较光滑（未抛光的），银皮附着部分较光滑无皱褶。豆体上是否有裂痕（除了中间线以外），多数太大颗粒的豆子很容易产生裂纹，烘焙时会裂成两瓣（贝壳豆），导致烘焙不均（夹生）。

看银皮、看中间线：好的咖啡豆银皮颜色比较干净，成透明的银白色。而采摘后加工不及时的咖啡豆银皮会因为发酵而变成黄色或深褐色，甚至黑色。仔细查看银皮颜色和中间线可知道咖啡豆是否清洗干净，是否被污染。纯小粒种咖啡豆的中间线呈现S形特征，而越南粗壮的中粒种咖啡豆的中间线则为一条直线。

看咖啡豆的饱满程度：成熟度高、成长过程好的咖啡豆饱满、豆质肥厚。反观成熟不好的豆子则中间凹、两端翘，成明显的C形。

正常新鲜的当季咖啡豆应该是深绿色，表面无黑点和瑕疵。取300～500g咖啡豆，挑出任何你认为可能有瑕疵的咖啡豆（如发霉豆、发酵豆、破损豆、黑豆、虫蛀豆、发白豆），然后用瑕疵豆的质量除以样品总质量，可得到瑕疵率。好的咖啡豆的瑕疵率不超过2%。好的当季咖啡豆，闻起来有一股清香味，毫无刺鼻感。双手捧起一把咖啡豆，凑到鼻前，深吸一口气，如果感到有任何的刺激气味或不舒服的味道，那么咖啡豆品质有问题，在杯品时可能会表现出来。

小粒种咖啡豆成品的品质应达到下列要求。

1. 外观和感官特性

各等级小粒种咖啡豆的外观和感官特性见表3-8。

表3-8 各等级小粒种咖啡豆的外观和感官特性

项目	要求				
	特一级	特二级	一级	二级	三级
外观	颜色应为浅蓝色或浅绿色，银皮除净，并且无虫豆或被发霉、腐烂的咖啡豆的污染				
感官	芳香、风味和口感都很好	芳香、风味和口感都很好	杯品清纯，果酸和浓厚度都好（杯品一级）	杯品清纯，果酸和浓厚度都一般（杯品二级）	杯品不是很纯，果酸和浓厚度低（杯品三级）

（资料来源：①方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116-118. ②徐文静，2002. 无公害小粒种咖啡豆初加工技术和分级标准 [J]. 云南农业(11)：23-24.）

2. 物理指标

各等级小粒种咖啡豆的物理指标见表3-9。

表3-9 各等级小粒种咖啡豆的物理指标

项　目	特一级（7.1mm）	特二级（6.7mm）	一级（5.6mm）
粒度/(%)，＞	90	90	90
破碎豆/(%)，⩽	5	10	15
变色豆/(%)，⩽	1.0	2.0	3.0
异物/(%)，⩽	0.1	0.1	0.1

注：破碎豆、变色豆、异物各级指标均为实测值。

（资料来源：方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116-118.）

3. 化学指标

各等级小粒种咖啡豆的化学指标见表 3-10。

表 3-10 各等级小粒种咖啡豆的化学指标

项目	指标	检验方法
水分/(%)	≤12.5	ISO 1447
灰分/(%)	≤4.2	GB/T 5009.4
水浸出物/(%)	≥20.0	GB/T 8305
咖啡因/(%)	≤1.2	GB/T 5009.139
总糖/(%)	≥9.0	GB/T 5009.8
蛋白质/(%)	≥11.0	GB/T 5009.5
粗脂肪/(%)	≥5.0	GB/T 5009.6
粗纤维/(%)	≤35.0	GB/T 5009.10

（资料来源：方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116-118. 检验方法执行标准有改动）

4. 卫生指标

各等级小粒种咖啡豆的卫生指标见表 3-11。

表 3-11 各等级小粒种咖啡豆的卫生指标

项目	指标	检验方法
砷（以 As 计）/(mg/kg)	≤0.5	GB/T 5009.11
铅（以 Pb 计）/(mg/kg)	≤0.5	GB/T 5009.12
铜（以 Cu 计）/(mg/kg)	≤20.0	GB/T 5009.13
六六六/(mg/kg)	不得检出	GB/T 5009.19
DDT/(mg/kg)	不得检出	GB/T 5009.19

（资料来源：方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116-118.）

四、小粒种咖啡豆（生豆）相关标准

（一）中华人民共和国农业行业标准 NY/T 604—2006《生咖啡》

1. 范围

本标准规定了生咖啡的术语和定义、要求、试验方法、判定规则及包装、标识、贮存和运输。

本标准适用于小粒种咖啡（也称阿拉伯咖啡，学名为 *Coffee arabica* Linnaeus）湿法加工的生咖啡的质量鉴定及其贸易，小粒种咖啡干法加工的生咖啡，中粒种（也称罗巴斯塔咖

啡，学名为 *Coffee canephora* Pierre ex Froehner）的生咖啡也可参照使用。

2. 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 5009.4 食品中灰分的测定

GB/T 5009.11 食品中总砷及无机砷的测定

GB/T 5009.12 食品中铅的测定

GB/T 5009.19 食品中六六六、滴滴涕（DDT）残留量的测定

GB/T 15033 生咖啡　嗅觉和肉眼以及杂质和缺陷的测定（eqv ISO 4149：1980）

GB/T 18007 咖啡及其制品　术语

GB/T 19182 咖啡　咖啡因含量的测定　高效液相色谱法（ISO 10095：1995，IDT）

ISO 1447 生咖啡——含水量的测定（常规法）[Green coffee—Determination of moisture content（Routine method）]

ISO 4072 袋装生咖啡　取样（Green coffee in bags—Sampling）

ISO 4150 生咖啡　粒度分析　手筛法（Green coffee—Size analysis-Manual sieving）

ISO 8455 袋装生咖啡　储藏和运输指南（Green coffee in bags—Guide to storage and transport）

3. 术语和定义

GB/T 18007 确立的以及下列术语和定义适用于本标准。

杯品 cup tasting

利用人的视觉、嗅觉和味觉等生理功能对咖啡质量进行综合评价。

4. 要求

（1）外观和感官特性

生咖啡分为一级、二级、三级，各等级的生咖啡的外观和感官特性应符合表 3-12 的要求。

表 3-12　外观和感官特性要求

项目	要求		
	一级	二级	三级
外观	颜色应为浅蓝色或浅绿色，圆形或椭圆形		
感官	香气浓郁，无异气味，品味和口感都很好（杯品一级）	香气好，无异气味，品味和口感都较好（杯品二级）	香气稍差，无异气味，品味和口感都较差（杯品三级）

（2）理化特性

生咖啡分为一级、二级、三级，各等级的生咖啡的理化特性应分别符合表 3-13 和表 3-14 的要求。

表 3-13　物理特性要求

项　　目	要　　求			检验方法
	一级	二级	三级	
粒度/cm，>	0.65	0.55	0.45	ISO 4150
缺陷豆/(%)，≤	6	8	10	GB/T 15033
外来杂质/(%)，≤	0.1	0.2	0.3	GB/T 15033

注：粒度只适用于小粒种咖啡，达到同等级的粒度要求不应少于95%。

表 3-14　化学特性要求

项　　目	要　　求	检 验 方 法
水分/(%)，≤	12.0	ISO 1447
灰分/(%)，≤	5.5	GB/T 5009.4
咖啡因/(%)，≥	0.8	ISO 10095

注：水分测定也可用110℃、60min烘箱法，当对测量结果有异议时，ISO 1447法为仲裁测量方法。

(3) 卫生指标

各等级的生咖啡的卫生指标应符合表3-15要求。

表 3-15　卫生指标

项　　目	要　　求	检 验 方 法
砷（以As计）/(mg/kg)，≤	0.5	GB/T 5009.11
铅（以Pb计）/(mg/kg)，≤	0.5	GB/T 5009.12
六六六/(mg/kg)，≤	0.2	GB/T 5009.19
滴滴涕/(mg/kg)，≤	0.2	GB/T 5009.19

5. 取样

按ISO 4072的规定执行。

6. 试验方法

(1) 外观和感官特性

① 外观特性。按GB/T 15033—1994中3.1和3.2的规定检验样品的气味、颜色、银皮除净程度及污染情况。

② 感官特性。按本标准附录A的规定执行。

(2) 理化特性

分别按表3-13和表3-14中规定的相应检验方法进行。

(3) 卫生指标

按表3-15中规定的相应检验方法进行。

7. 判定规则及复检规则

(1) 判定规则

① 产品中只要有一项卫生指标不合格，则该产品被判为不合格产品，并且不得复检。

② 检验结果符合本标准要求时，按检验结果判为相应的等级。



（2）复检规则

除卫生指标外，当其他项目检验结果产生异议时，可加倍抽样复检。复检以一次为限，复检结果为最终结果。

8. 包装、标识、贮存和运输

（1）包装

① 每袋生咖啡必须是同一产区、同一品种、同一等级的产品。每袋净质量 60kg±0.2kg，用缝包机缝口或手工缝口。

② 包装物必须用牢固、干燥、洁净、无异味、完好无损的麻袋，麻袋规格为 100cm×70cm。

（2）标识

在每一个包装袋的正面和放在包内的标志卡应清晰地标明下列项目。

① 产品名称、产品标准编号、商标。

② 生产企业或包装企业名称、详细地址、产品原产地。

③ 净重、毛重。

④ 产品等级。

⑤ 收获年份及包装日期。

⑥ 生产国（对出口产品而言）。

⑦ 到岸港口/城镇（对出口产品而言）。

（3）贮存和运输

按 ISO 8455 的规定执行。

（二）中华人民共和国国家标准 GB/T 19181—2018《生咖啡　分级方法导则》

1. 范围

本标准是以咖啡贸易中使用的合约条款为基础，用于买卖生咖啡说明方法的指南。

本标准规定了生咖啡的取样、包装、标志、贮存和运输。

本标准适用于 GB/T 18007—2001 规定的生咖啡。

2. 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的文件适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 15033—2009 生咖啡　嗅觉和肉眼检验以及杂质和缺陷的测定（eqv ISO 4149：2005，IDT）

GB/T 18007—2011 咖啡及其制品　术语（ISO 3509：2005，IDT）

ISO 1446：2001 生咖啡　水分含量的测定　基准参照法（Green coffe—Determination of water content—Basic reference method）

ISO 4150：1991 生咖啡　粒度分析　人工筛分（Green coffee—Size analysis—Manual sieving）

ISO 6667：1985 生咖啡　虫蛀豆比例的测定（Green coffee—Determination of proportion of insect-damaged beans）

ISO 6669：1995 生咖啡和炒咖啡　整豆散流体堆积密度的测定（常规法）［Green and roasted coffee—Deter mination of free—flow bulk density of whole beans（Routine method）］

ISO 6673：2003 生咖啡　105℃下质量损失的测定（Green coffee—Determination of

loss in mass at 105℃）

3. 术语和定义

GB/T 18007—2011 界定的术语和定义适用于本标准。

4. 生咖啡每批量或交货时的说明方法

生咖啡每批量或交货时宜提供下列全部或部分资料。

（1）原产地的国家。

（2）原产地的种植地区、区域或种植园（如果合适）。

（3）收获年份，或者适用的咖啡年份表示。

（4）按照 GB/T 18007—2011 所述的生咖啡的类型。

（5）构成该批或该次交货的袋的数量以及每袋平均净重，或者对于使用另外方法的该批或该次交的净重。

（6）按照 ISO 6673 规定测定在干燥质量损失，或按照 ISO 1446 规定测定的水分含量。

（7）按照 GB/T 15033—2009 规定测定的缺陷和杂质总量。

（8）按照 ISO 6667 规定测定的虫蛀豆比例。

（9）按照 ISO 6669 规定测定的堆积密度。

（10）按照 ISO 4150 规定测定的咖啡豆大小。

5. 取样

袋装生咖啡宜参照 ISO 4072 进行取样。

6. 包装、标志、贮存和运输

（1）包装

生咖啡宜用不影响产品质量的合适材料为包装，或者宜放在散装容器里，以防止产品损害、变质和污染。

（2）标志

生咖啡的包装袋宜带有清晰易懂、不易擦掉的标志，散装容器宜具备清晰易懂标志，标志注明以下内容。

① 原产国。

② 内盛物净重。

③ 至少应有“生咖啡”的字样。

（3）贮存和运输

生咖啡宜参照 ISO 8455 规定进行贮存、处理和运输。

（三）中华人民共和国国家标准 GB/T 15033—2009《生咖啡　嗅觉和肉眼检验以及杂质和缺陷的测定》

1. 范围

本标准规定了生咖啡（green coffee）的嗅觉和肉眼检验方法以及杂质和缺陷的测定方法。

本标准适用于生咖啡的嗅觉和肉眼检验以及杂质和缺陷的测定。

2. 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标

准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB/T 18007 咖啡及其制品　术语（GB/T 18007—1999，egv ISO 3509：1989）

ISO 4072 袋装生咖啡　取样（Green coffee in bags—Sampling）

ISO 10470：2004 生咖啡　缺陷参考图（Green coffee—Defect reference chart）

3. 术语和定义

GB/T 18007 中确定的术语和定义适用于本标准。

4. 取样

按 ISO 4072 规定的方法抽取不少于 300g 的实验室样品。

5. 嗅觉检验

（1）程序

① 实验室样品应首先进行嗅觉检验，然后进行其他检验。

② 把样品标签上的资料记录在试验表格上后，打开包装，把鼻子贴近整个样品，深吸气。

（2）评定

① 鉴定气味，记录如下。

a. “气味正常”——无臭味或异味。

b. “气味反常”——有臭味或异味。

如果异味能确认，应对异味进行描述，说明其所属物质或其所表明的情况。

② 如果怀疑气味异常，则应将实验室样品装在清洁而没有气味的容器中；样品装至容器的一半，并将容器密封，在室温下至少放置 1h，然后打开容器，重新评定气味。

6. 肉眼检验

（1）程序

在漫射日光或在尽可能接近日光的人造光下，将经嗅觉检验后的实验室样品摊放在橙色或黑色的平面板上。

（2）评定

外观检验，记录如下。

① 咖啡的植物学来源（如小粒种 Arabica coffee，中粒种咖啡 Robusta coffee，大粒种咖啡 Liberica coffee）

② 整体颜色（浅蓝色、浅绿色、浅白色、浅黄色、浅褐色）及其均匀性。

7. 杂质和缺陷的测定

（1）原理

将杂质和有缺陷的咖啡豆分类和称量。按 ISO 10470：2004 的要求，给出杂质和缺陷对咖啡质量的影响，并根据“质量影响单位”进行定量。

（2）仪器

分析天平，感量为 0.1g。

（3）程序

① 将生咖啡的实验室样品称量，精确至 0.1g，以其作为试料。

② 将试料摊放在橙色或黑色的平面板上，在漫射日光或在尽可能接近日光的人造光下进行检验。生咖啡缺陷可参照 ISO 10470：2004 附录 C 的彩色照片图。

③ 捡出全部的杂质和有缺陷的咖啡豆，并根据 ISO 10470：2004 将其分类，按不同种类堆放或置于不同容器中。

④ 将每一类的杂质和有缺陷的咖啡豆称量，精确至 0.1g。

（4）结果表示

生咖啡杂质和缺陷豆的质量分数 w 按式（3-1）计算。

$$w=\frac{m_0}{m}\times 100\% \tag{3-1}$$

式中　m_0——杂质和缺陷豆的总质量，单位为 g；

m——试料的质量，单位为 g。

计算结果表示到小数点后一位。

按 ISO 10470：2004 的规定，将每一种缺陷或杂质的质量分数乘以特定的缺陷相关系数“0”“0.5”或“1”，得出的质量损失百分率和感官影响百分率，即“质量影响单位”。

测定方法示例参见本标准附录 A。

8. 试验报告

试验报告应列明以下内容。

（1）实验室样品所必需的全部资料。

（2）所使用的取样方法。

（3）所使用的试验方法。

（4）所有操作细节以及可能影响试验结果的任何意外事故的详情。

（5）试验结果或者已进行重复性检验所获得的最终结果。

附录 A（资料性附录）

测定方法示例

根据 ISO 4072 给出的程序进行充分取样后，抽取出一份 300g 实验室样品。

将实验室样品摊放于一个橙色或黑色的平面板上，在漫射日光或在尽可能接近日光的人造光下进行检验。生咖啡缺陷可参照 ISO 10470：2004 附录 C 的生咖啡缺陷图。

捡出所有杂质和有缺陷的咖啡豆，并按 ISO 10470：2004 规定的类别将其分组，按不同种类堆放或置于不同容器中，将每一种杂质和有缺陷的咖啡豆称量，精确至 0.1g，然后按质量百分比计算它的质量分数。

杂质和缺陷对咖啡质量的影响，通过在 ISO 10470：2004 的缺陷参考图表中找到系数乘以每种缺陷的质量分数，来计算其质量损失百分率和感官影响百分率，即“质量影响单位”。

表 3-16 为一个假设的例子。

表 3-16　结果示例

缺陷	质量/g	质量分数/（%）	质量损失		感官影响	
			系数	%	系数	%
石子	1.2	0.4	×1	0.4	×0	0
带衣咖啡豆	3.0	1.0	×0.5	0.5	×0	0
黑咖啡豆	3.0	1.0	×0	0	×1	1.0

续表

缺陷	质量/g	质量分数/(%)	质量损失		感官影响	
			系数	%	系数	%
未成熟豆	10.5	3.5	×0	0	×0.5	1.75
海绵豆	9.0	3.0	×1	3.0	×0.5	1.5
棕咖啡豆	7.5	2.5	×0	0	×1	2.5
完好豆	265.8	88.6	—	—	—	—
合计	300.0	100.0	—	3.9	—	6.75

五、咖啡杯品

咖啡豆满足上述外观、感官特性，物理指标，化学指标，卫生指标以外，还要对其进行杯品，才能确定其商品价值，因为有的咖啡豆在初加工过程中也许发酵不理想、干燥时间过长、吸入其他的气味，从而导致咖啡豆产生异味，咖啡豆一旦有异味，它的商品价值就会大大降低。而杯品是利用人的视觉、听觉、触觉、味觉和嗅觉对咖啡进行的综合评价。

（一）咖啡杯品理论

咖啡杯品就是感官检验。与其他的分析检验过程一样，感官检验也应考虑分析结果的精度、准确度、敏感性，以避免错误的结论。在任何实验操作中，我们都期望重复实验能得到相同的结果。

1. 咖啡的杯品具有四个要素

（1）唤起

在品评的整个过程中，使用恰当的品评表和提示语，唤醒品评人员的某种注意力，从而得到相对应的噪声影响最小的感知。

（2）测量

咖啡杯品是一门测量的科学，通过采集数据，在咖啡产品性质和人的感知之间建立合理的、特定的联系。感官检验方法主要来自行为学研究的方法，以观察和测量人的反应的方式进行。

（3）分析

适当的数据分析是感官检验的重要部分，通常使用的是实验设计和数理统计分析的有效组合，以便使各种复杂的影响因素最小化，体现出品评结果的科学可靠性。

（4）解释

感官检验专家不仅仅只是为了得到实验结果，而是必须对结果给出科学的解释和合理的措施。

2. 味觉与嗅觉

人类对自然界的感觉可以分为视觉、听觉、触觉、味觉和嗅觉。味觉和嗅觉属于化学感觉的范畴，20 世纪 50 年代以前，学术界往往将味觉和嗅觉混为一谈，有时还将味和香味错误地划分为一类。现在，由于生理学和生物学广泛研究的结果，使我们认识了味觉和嗅觉在解剖学、生理学及心理学上的差异。需要指出的是味主要是由位于口腔内的味觉器（主要分布在舌部）产生的，而香味的产生主要是由鼻腔的嗅觉器官引起的。

（1）味觉系统的组成

味觉系统可以认为由三部分组成：一是用于转导化学信号的受体元素；二是用于收集和传送化学神经信息的末端感觉神经系统；三是用于分析传导过来的感觉神经信息的一种复杂的中枢神经系统。

转导化学信号的受体，存在两种基本形态，即自由神经末端和味蕾。自由神经末端是指可以在光学显微镜下区分出来，并且不具有辨别受体或囊状物包着的神经末端。这些自由神经末端在整个口腔均有分布，对各种化合物的作用都有影响。味蕾是一种受体神经的复合物，这种复合物由神经纤维和以一种相当复杂的方式结合起来且由 20～50 个细胞所构成的有机体两部分组成。

被拉长的味蕾细胞组合在一起，一端构成味凹陷的平面（味微孔内平面），并通过味微孔与口腔唾液接触。味蕾细胞既可以呈微绒毛状，也可以呈拉长球状（出现于味微孔内）。味蕾与自由神经末端不同，味蕾并不在整个口腔内分布，而是分布在舌的背部、软腭、咽部、会厌、喉及食管上 1/3 部位；味蕾在舌表面的突起部位称为乳突，在舌前 2/3 部位的味蕾集中分布在小真菌状的表面，舌侧部的味蕾集中于叶状和垒状的乳突内，舌后部分布的化学感觉复合物含有大量的味蕾并伴有特定的分泌腺体。

口腔内提供化学受体的末梢感觉神经系统位于四种不同的头部神经节内。这四种神经节为三叉神经节、面部膝状神经节、颞骨岩部神经节和迷走神经节。生理学和生理物理学对不同神经和神经节的功能性的研究表明，在不同神经节上的化学感觉系统，对化学物质不同的化学性能方面有选择性地反应。

（2）味觉产生的机理

产生味觉的化学物质（也称刺激物）刺激受体元素（味蕾及自由神经末端），由末端感觉神经系统传导至中枢感觉神经系统。传大脑的信息经分析、辨别产生味的概念。这可以认为是味觉产生的基本机理或基本过程。统计数据表明，数以千计的不同化学成分都可以产生味觉，然而我们通常所感觉到的仅为有限的几种味觉，即酸、甜、苦、咸。那么，味觉究竟是怎样产生（由化学信息转变为感觉信息）的呢？这个问题主要趋向两种解释。

1965 年，埃瑞克逊等从神经生理学和心理学的观点出发，对用描述视觉中三原色那样去假定味觉仅有四种基本味的观点提出质疑，他们使用某种溶液刺激整个舌面，并通过对解剖的个体神经元进行记录，报道了许多所谓的个体神经元对多种味呈现敏感性。有些神经元对糖和盐呈现反应，有些对苦味物质起反应，另有一些对四种基本味觉的化学物质均有反应。

1974 年，以卡尔·帕夫曼为首的研究小组提出了味觉通道理论。他们认为，人存在一套四种味觉通道与四种基本味相对应，无论分子具有什么样的化学构型，分子都以不同的强度刺激一种、两种、三种或所有四种通道。占主导地位的或具最强刺激作用的刺激决定味觉品质，也就是某种具体的味，所有其他的各种味觉都起源于基本味的结合。

帕夫曼的观点也称信息通道理论，它的实质是认为确实存在基本味，甜、酸、咸、苦代表了原始味产生的基本过程，这些基本过程发生于味信息的感觉编码中。我们感觉到的味品质信息直接与味觉系统所具有的有限的味信息通道相对应。

（3）味觉的敏感性及味觉强度

阈值，也有人称槛限值。味觉的阈值是指在一定条件被味觉系统所感受到的某化学物质的最低浓度值，单位可由质量百分数、摩尔浓度及 ppm 等来表示。

① 味觉的阈值。味觉的阈值涉及一个很宽的化学浓度范围。有些苦味物质的阈值低于0.1%，而另一些化学物质，如甜味的蔗糖则有较高的阈值，浓度为0.5%~1.0%。一般来讲，甜味的碳水化合物呈现最高的阈值，苦味物质表现出最低的阈值。不同化学物质的阈值见表3-17。

表3-17 不同化学物质的阈值 （单位：mol/L）

甜味剂	酸味剂	咸味剂	苦味剂
蔗糖 0.01	盐酸 0.0009	氯化锂 0.025	硫酸喹啉 8×10^{-6}
葡萄糖 0.08	硝酸 0.0011	氯化铵 0.004	盐酸喹啉 3×10^{-5}
糖精钠 0.00023	硫酸 0.0010	氯化钠 0.010	烟碱 1.9×10^{-5}
	甲酸 0.0018	氯化钾 0.015	咖啡因 7×10^{-4}
	丁酸 0.0020	氯化镁 0.015	硫酸镁 1.0×10^{-3}
	草酸 0.0032	氯化钙 0.010	
	乳酸 0.0016		
	马来酸 0.0016		
	酒石酸 0.0012		
	柠檬酸 0.0023		

② 舌部味觉敏感性分布。19世纪以前，有人便开始了不同味觉物质对舌部的不同位置作用时敏觉性的研究。他们发现舌部可表现出多样的敏感性，不同化学物质的阈值在舌部有很大的可变性。舌头前部、舌尖部对甜味有最大的敏感性，而舌后部及舌根部则主要对苦味敏感，舌侧部对咸味和酸味有最大的敏感性。

③ 味觉强度。早期关于味觉强度的研究使用所谓“等强度比较”法。1923年，迈吉德森等人报道了糖精和蔗糖的甜度比较（图3-17）。

从图3-17可以导出一个重要的数学方程式

$$\log(\text{糖精浓度})=\log k+1.7\log(\text{蔗糖浓度})$$

或

$$\text{糖精浓度}=k(\text{蔗糖浓度})^{1.7}$$

这表明增大某一单位甜度值需要增大蔗糖的浓度比糖精的要大。

1947年，卡莫龙总结了一些有代表性的等甜度比较物质（表3-18），该表至今仍有一定的实际使用价值。

表3-18 一些物质等甜度比较

比较标准（混合物）	等甜度于与
10%蔗糖+5.5%葡萄糖	15%蔗糖
5%蔗糖+11.8%葡萄糖	15%蔗糖
10%蔗糖+10.15%葡萄糖	20%蔗糖
5%蔗糖+10.8%乳糖	10%蔗糖
5%葡萄糖+9%乳糖	10%葡萄糖
2%蔗糖+5%葡萄糖+10%乳糖	10.1%蔗糖
6%甘氨酸+3.9%蔗糖	12%甘氨酸
5%甘氨酸+5.3%蔗糖	10%甘氨酸
1%蔗糖+2%果糖	4.8%蔗糖

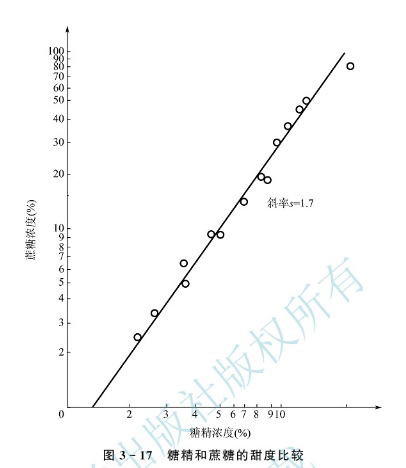


图 3-17　糖精和蔗糖的甜度比较

1969 年，史蒂文斯根据几项研究的结果，提出了不同味觉物质的味觉强度与浓度之间的关系式，并认为该式也适用于其他感觉。

$$I=k(\text{物理强度})^n$$

或

$$\log I=\log k+n\log(\text{物理强度})$$

式中　I——味觉强度，对糖和盐而言，等于众多味觉评定员的平均值；

k、n——对某一物质来讲，为条件常数；

物理强度——这里等于测量得到的味觉物质浓度，以物质的量浓度或质量百分浓度单位表示。

幂值 n 反映了味觉强度随物理强度变化的快慢。对于食糖和食盐来说 $n>1.0$，意味着较小的浓度变化可以产生较大的味觉强度变化；相反，对于酸味的柠檬酸和苦味的喹啉来说 $n<1.0$，意味着浓度的变化会引起较小的味觉强度的改变。表 3-19 总结了部分化学物质的味觉强度公式中的幂值 n 及增加一倍味觉强度所需物质浓度的变化。

表 3-19　某些物质的 n 值及增加一倍味觉强度所需增加的浓度

味觉物质	n	增大的浓度/(%)
蔗糖	1.3	1.69
糖精	0.6	3.16
L-天冬氨酸-L-苯丙氨酸甲酯	1.0	2.00
1-氨基-环己烷-1-羧酸	0.8	2.38

续表

味觉物质	n	增大的浓度/(%)
氯化钠	1.3（咿咽）	1.69
氯化钠	0.4（舌背恒流）	5.66
柠檬酸	0.7	2.66
硫酸喹啉	0.6～1.0	3.16～2.00

阈值代表了某物质开始感觉强度的零点值，即刚刚开始产生味觉强度时的物质浓度。在阈值点，各物质的浓度有差异，但味觉强度是相等的，均为刚刚开始感觉到的味觉。

（4）影响味觉的因素

由两种方式可以改变味觉强度，一种是改变产生味觉物质的参数，另一种是刺激舌部的不同位置或变化激刺面积。具体地讲，影响味觉的因素有五种。

① 溶剂对味觉的影响。溶剂作为味觉物质的载体，它的某些特性尤其是其黏度对味觉强度有一定的影响。1971 年，莫斯克威兹等人考虑到黏度的影响，总结出味强度计算公式。

$$I=k(\text{浓度})^n(\text{黏度})^m$$

一般情况下，幂值 $m \ll n$，所以，黏度对味觉强度的影响可以忽略不计。

② 温度的影响。温度与味觉的确切关系现在并未完全搞清楚，但是，温度对味觉的影响确确实实存在，因为舌部受热或受冷时可以改变进入大脑的感觉信息。

长期以来，人们就温度对味觉的影响进行了研究并证实了温度对味觉影响的存在。早在 1758 年，拉彻曼斯将舌分别浸入 0℃ 及 40～41℃ 的糖水中，不能辨别出糖的甜味差异。1920 年，科莫诺报道了将 200～500mL 的蔗糖溶液于 5min 内喷于舌部，温度分别控制在 10℃、20℃、30℃ 及 40℃，发现味觉阈值因温度不同而不同，10℃ 为 12.30g/L，20℃ 为 6.67g/L，30℃ 为 5.66g/L，40℃ 为 5.33g/L。1973 年，莫斯克威兹用五个浓度的葡萄糖分别在 25℃、30℃、35℃、40℃ 和 45℃ 下进行味觉评定，发现了味强度计算公式中 n 不受温度影响，最大的甜度值在 37℃ 左右。

③ 流动速率及流动特性的影响。味觉物质的流动特性包括流动类型、流动速率和流动的暂时特性。不同的流动特性下所得的味觉强度是不一样的。不同的流动类型、流动速率及流动的暂时特性主要影响味觉计算公式中的幂值 n，产生不同的味觉强度。实验表明，增大流动速率，n 值随之增大，味觉强度也相应增大，增大流动速率比增大浓度所产生的味觉强度的增大更明显。

④ 味觉预适应性现象。例如，我们口腔唾液中含有一定浓度的食盐，但平时并未感觉到，其原因是我们已经适应了唾液中食盐的浓度水平，当我们对含食盐的物质进行感官检验时，唾液中原有的食盐浓度会影响感官检验，这就是味觉预适应现象。

味觉预适应性是有限的，只有在下列三种情况下才考虑其影响。

a. 产品感官检验中，先评定一种强刺激物之后，接着评定一种弱刺激物。

b. 两样品感官检验的时间间隔不超过 3min。

c. 两种物质的味觉品质差异较小时，产生的预适应性就大；两种物质的味觉品质差异较大时，产生的预适应性就小。

⑤ 刺激面积与味觉强度。刺激面积对味觉强度的影响已得到证实。1971 年，史密斯根

据对糖精甜味强度的研究，提出了味觉强度修正公式。

$$I = k(\text{面积})^{0.15} \times (\text{浓度})^{0.41}$$

从上式可以看出，保持浓度一定时，I 值要增大一倍，则刺激面积要增大 102 倍；若保持面积一定，I 值要增大一倍，浓度则仅增大 4.50 倍。

（5）嗅觉系统的组成

与其他感觉相比，嗅觉系统组成的显著特点是其所属的神经直接进入大脑，而不需经过传导到达中枢神经再传至大脑。人体嗅觉感受器位于鼻腔内一个相当小的区域（约 $2.5cm^2$），称为嗅上皮（图 3－18）。嗅上皮由三种主要类型的细胞组成，即感受器细胞、支持细胞和基细胞。

在嗅上皮表面有一层黏膜层，覆盖着整个嗅觉系统，该层厚度为 10～50μm，气味分子必须穿过此层才能与感受器细胞作用。感受器细胞是初始的双极神经元，其树突［图 3－19(a)］位于嗅上皮的核心区，末梢处于嗅上皮表面，绒毛伸入上皮表面黏液内。感受器细胞树突伸入上皮组织下层，若干个树突结合构成嗅丝，嗅丝通过筛板进入颅腔与嗅球相连。

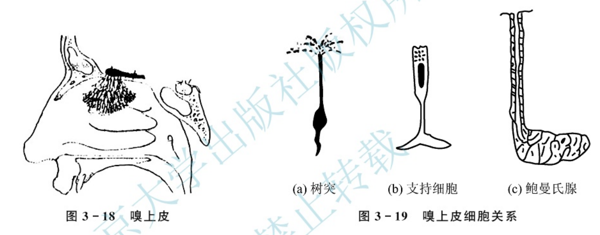


图 3－18　嗅上皮　　**图 3－19　嗅上皮细胞关系**

支持细胞［图 3－19(b)］包围着感受器细胞树突，从嗅上皮表面观察，支持细胞呈六角形排列包围着感受器神经元，使之彼此分开，感受器细胞树突顶部与支持细胞通过在黏膜层表面上的紧密联结而束缚在一起。这种支持细胞可能具有三种功能：第一，机械功能，即保持末梢上皮表面结构整体性；第二，分离功能，使上皮表面的黏液与细胞外黏液分开；第三，阻碍功能，阻止初始非脂溶性分子移过嗅上皮。相邻的支持细胞的顶部还有缝隙连接，这种连接使支持细胞侧向联系成网。支持细胞的核区形成了嗅上皮的末端核心层。支持细胞的上部伸向嗅上皮的表面，若干短的微绒毛在此伸入黏液中，核心下柄相互靠近呈分枝状伸开足突，似张开的基膜。

形状不规则的基细胞，其核形成了最靠近上皮中部的核区并深藏于嗅上皮中。基细胞的作用并未完全定论，有人认为它是在正常细胞更新及嗅上皮复厚期间起干细胞群的作用，更新感觉上皮和恢复嗅觉功能。

另外，嗅上皮内还有一种巨型多细胞体，称为鲍曼氏腺［图 3－19(c)］。它位于黏膜下层，为外分泌腺，经由横穿嗅上皮的分泌管道开口嗅上皮表面。上述所列几种细胞单元在嗅上皮中所处层次依次为黏膜层→感受器细胞结及树突（由支持细胞包围）→感受器细胞核区→基细胞，鲍曼氏腺贯穿整个层次。

（6）嗅觉产生的机理

关于嗅觉的产生机制，即化学物质如何渗透并进入黏膜层，经嗅上皮嗅感受器细胞传导

到人的大脑而产生嗅觉的概念，目前尚未完全研究清楚。科学家们正在应用神经解剖学、电生理学、生物化学和分子生物学等技术对此进行研究。目前已证明了嗅觉过程的最初作用是在专一感受器蛋白质上进行的。

长期以来，人们试图对嗅觉的产生给予合理的解释，先后出现了几十种理论或假说。早期的理论或假说对气味产生的解释可分成三大类。

第一类为振动论。这类观点假定气味刺激是从气味源通过行进中的电磁波经长距离传向鼻子，而这种电磁波则可能为紫外线，更可能的为红外线。

第二类为化学论。这类观点通常假定或提示气味分子与嗅觉神经存在确实的接触。气味化学论可分为两种，一种倾向把分子的某些物化性质作为相关因素，另一种则认为化学反应是嗅觉刺激的引发剂。

第三类为酶理论。这类观点根据活细胞中所有的化学转化都是由酶介导的事实，认为气味的产生关键在于酶的某些特性，包括酶催化活性、酶变构能力等。

（7）气味的阈值和强度

一种气味物质的阈值是在一定温度及压力下，把该物质与纯空气区分开的最低浓度（在空气中）。它的单位有 mg/m^3 空气、mg/cm^3 空气及 ppm。

在阈值以上，气味强度与物质浓度之间有什么关系呢？同一物质浓度相差多大时才能使人感觉出其强度差异呢？1985 年，斯通和博斯利用实验证实了韦伯法则，也适合于嗅觉。

$$\Delta C/C=W$$

式中 C——某一参考浓度；

ΔC——能明显觉察到气味差异时的浓度差；

W——韦伯比率。他们在实验中测出的 $W=0.28$，说明当浓度改变 28%时，才可以明显感觉到气味强度的差异。

1960 年，史蒂文斯提出嗅觉与味觉一样，也遵循下列关系式。

$$I=k(\text{浓度})^n$$

式中 I——气味强度；

k、n——对某气味物质而言为常数。

用对数表示上式为

$$\log I=n\log(\text{浓度})+\log k$$

由此可见气味强度的对数与气味物质浓度对数呈线性关系，n 值反映了强度随浓度变化的快慢，表 3-20 列出了某些物质的 n 值。

表 3-20 某些物质的 n 值

气味物质	n	稀释剂	气味物质	n	稀释剂
乙酸戊酯	0.13	液体	香豆素	0.33	空气
大茴香脑	0.16	液体	柠檬醛	0.17	液体
丁醇	0.31	液体	乙酸乙酯	0.21	液体
丁醇	0.64	空气	丁香酚	0.27	液体
乙酸丁酯	0.58	空气	丁香酚	0.64	空气
丁酸	0.22	液体			

1974年，莫斯克威兹等人以正丁醇为实验对象进行试验，作出了气味强度对数值与浓度对数之间的线性关系图。他们求出直线斜率 $n=0.66$，某些物质的 n 值也在0.6左右，因此气味物质浓度加倍时，气味强度一般只增加50%。这对于调香评定及空气污染评定很有意义。

（8）影响嗅觉的因素

有多种因素对气味强度有影响，因此，在涉及气味的实验中要注意条件因素的控制。

① 流速的影响。以阵阵有间隔的方式给鼻腔提供气流，速度越快则气味强度越强。原因是增大流速会相应增加单位时间内气味物质通过嗅上皮的量，也就相应地增加了浓度，所以气味强度加强。

② 温度的影响。气味物质的温度升高会使气味强度加强，温度降低使强度降低。原因是气味物质的挥发性随温度升高而升高，随温度降低而降低，其结果改变了到达嗅上皮的气味物质浓度而改变气味强度。

③ 嗅觉疲劳的影响。嗅觉疲劳也称嗅觉适应现象，这是香味学中的一个重要现象。长期接触某种气味，无论该气味是令人愉快的香味还是令人憎恶的气味，都会引起人们对所感受气味强度的不断减弱，一旦脱离该气味，暴露于新鲜空气中，则对所感受气味的敏感性会恢复。一次吸入阈值浓度64倍的某气味物质，会使鼻子在15s内失去嗅觉。实验气味与适应气味如果近似，那么鼻子对实验气味的敏感性也会降低一些，而对实验无关的气味则一般不受影响，利用这种效应，人们可以鉴别香精中众多成分中的次要成分或异香。

④ 双鼻孔刺激的影响。人们发现，一次用一个鼻孔感觉气味比用双鼻孔感觉气味的强度稍有减少，这说明两鼻孔的嗅感有某种加合性。

（9）嗅觉的特性

① 敏锐性。人的嗅觉有一定的敏锐性，有些气味即使浓度非常低，也能被感觉到。某些动物比人的嗅觉更灵敏，如犬类的嗅觉比人类的嗅觉要敏感100万倍。

② 疲劳性、适应性和习惯性。香水虽然气味芬芳，但洒在室内久闻却不觉其香，这说明嗅觉是比较容易疲劳的，这是嗅觉的特征之一。由于嗅觉疲劳，使我们对某些气味产生适应性，如长时间在恶臭环境下工作的人并不觉其臭，这说明他们的嗅觉已适应了环境的气味。

另外，当人的注意力分散到其他方面时，也会感觉不到气味，这是对气味习惯的原因。

③ 个人差异性。嗅觉的个人差异性相当大，有的人嗅觉敏锐，有的人嗅觉迟钝。而且，即使是嗅觉敏锐的人也会出现因气味而异的现象，并非对所有的气味均敏锐。

④ 嗅盲和遗传。嗅盲不是嗅觉完全缺失，而是对某种或者某些气味无嗅感。据推测人类有14%的人有嗅盲。嗅盲是一种先天性症状，似乎是一种单纯的劣伴性遗传所造成的。阿莫发现的嗅盲气味有8种（表3-21），在这8种气味中对气味表现为汗臭的异戊酸无嗅感的人占2%，对硫醇无嗅感的占0.1%。阿莫试图利用嗅盲的研究，对气味像类似颜色中三原色那样进行气味分类，他推测基本气味（原臭）有20～30种。

表 3-21　阿莫发现的嗅盲气味

序　　号	名　　称	化合物名称
1	汗臭	异戊酸
2	精液臭	1-吡咯啉
3	鱼腥臭	三甲胺
4	尿臭	5-雄甾-16-烯-3-酮
5	麦芽臭	异丁醛
6	麝香臭	环十五内酯
7	薄荷臭	1-香芹酮
8	樟脑臭	1-桉叶油素

⑤ 阈值的变动。在身体疲倦或营养不良或患有各种疾病的情况下，会引起嗅觉的减退，从而造成阈值变动。

⑥ 消除、隐蔽与变调。理论上认为，从化学上把某气味完全消除的另外的气味物质是存在的，人们在分别感受了 A、B 两种气味之后，经大脑融合，结果原来有气味的物质变成无味，这种现象也是存在的，但要找到这样的物质也十分困难。因为消除或抵消气味很困难，所以只好选择用一种气味去掩蔽另一种气味，或使某种气味和其他气味混合时气味发生变化（变调），变成令人接受或喜爱的气味，这是调者中常用的一种技术。

3. 咖啡豆感官检验的基本方法

咖啡豆感官检验是凭借人体自身的感觉器官，具体而言就是凭借眼、耳、鼻、口（包括唇和舌头）及手，对咖啡豆品质状况做出客观的评价。即通过用眼睛看、鼻子嗅、耳朵听、口品尝和手触摸等方式，对咖啡豆的色、香、味和外观形态进行综合性的评价。

咖啡豆感官检验的实质是依靠视觉、嗅觉、味觉、触觉甚至听觉等来鉴定咖啡豆的外观形态、色泽、气味、滋味和硬度。

（1）咖啡豆的色泽与视觉评价

咖啡豆的色泽是人进行感官检验咖啡豆品质的一个重要因素。不同品质和烘焙程度的咖啡豆显现着各自不相同的颜色。视觉是判断咖啡豆质量的一个重要感官手段。咖啡豆的外观形态和色泽对于评价咖啡豆的新鲜程度、咖啡豆是否有不良改变等有着重要意义。

视觉评价应在白昼的散射光线下进行，以免灯光隐色发生错觉。评价时应注意整体外观、大小、形态、颗粒的完整程度、清洁程度，表面有无光泽、颜色的深浅等。

在评价液态咖啡时，要将它注入无色的玻璃器皿中，通过光线来观察。

（2）咖啡豆的气味与嗅觉评价

嗅觉是指咖啡豆中含有挥发性物质的微粒子浮游于空气中，经鼻孔刺激嗅觉神经所引起的感觉。

人的嗅觉比较复杂，也很敏感。同样的气味，因为个人的嗅觉反应而不同，所以感受喜爱与厌恶的程度也不同。

嗅觉易受周围环境的影响，如温度、湿度、气压等对嗅觉的敏感度都具有一定的影响。人的嗅觉适应性很强，即对一种气味较长时间的刺激很容易顺应。但在适应了某种气味之

后，对于其他气味仍很敏感，这是嗅觉的特点。

① 咖啡豆气味的形成。

a. 生物合成。咖啡豆本身在生长成熟过程中，直接通过生物合成的途径形成香味成分表现出香味。

b. 直接酶作用。酶直接作用于香味前体物质，形成香味成分，表现出香味。

c. 氧化作用，也称间接酶作用。即在酶的作用下生长氧化剂，氧化剂再使香味前体物质氧化，生成香味成分，表现出香味。

d. 高温分解作用。通过烘焙处理，使原来存在的香味前体物质分解而产生香味成分。

e. 腐败变质。咖啡豆在贮藏、运输或加工过程中，会因发生腐败变质或污染而产生一些不良的气味。

② 嗅觉评价方法的注意事项。人的嗅觉器官相当敏感，甚至用仪器分析的方法也不一定能检查出极轻微的变化，用嗅觉评价却能够发现。

当咖啡豆发生轻微的腐败变质时，就会有不同的异味产生。因为咖啡豆中的气味挥发性物质常随温度的高低而增减，所以进行嗅觉评价最好在15～25℃的常温下进行。

咖啡豆气味评价的顺序应当是先识别气味淡的，后评价气味浓的，以免影响嗅觉的灵敏度。在评价前禁止吸烟。

(3) 咖啡豆的滋味与味觉评价

感官检验中的味觉对于辨别咖啡豆品质的优劣非常重要。味觉器官不但能品尝咖啡豆的滋味，而且对于咖啡豆中极轻微的变化也能敏感地察觉。例如，咖啡豆磨粉后长期存放在敞开的容器里，其味道会有改变。

味觉器官的敏感性与咖啡液体的温度有关，在进行咖啡的滋味评价时，最好使咖啡液体处在20～45℃，以免温度的变化会增强或减弱对味觉器官的刺激。

在进行大量样品评价时，中间必须休息，每评价一批咖啡豆之后必须用温水漱口。

味觉神经在舌面的分布并不均匀，因此感官检验咖啡的品质时应通过舌的全面品尝后方可决定。

(4) 咖啡的质地与触觉评价

凭借触觉来评价咖啡的脆、绵、软、硬，以评价咖啡豆品质的优劣，也是常用的感官检验方法之一。

(二) 杯品的相关名词

1. 风味

风味是对香气、酸度及醇度的整体印象。

2. 酸度

酸度是所有生长在高原的咖啡所具有的酸辛强烈的特质。此处的酸辛与苦味、发酸不同，与pH也无关，它是指促使咖啡发挥提振心神、涤清味觉等功能的一种清新、活泼的特质。

咖啡的酸度不是酸碱度中的酸性或酸臭味，也不是进入胃里让人不舒服的酸。在冲调咖啡时，酸度的表现是很重要的，在良好的条件及技巧下，可发展出酸度清爽的特殊口味，是高级咖啡必备的条件。

咖啡的酸味是一种活泼、明亮的风味表现。假若咖啡豆缺乏了酸度，就等于失去了生命

力，尝起来空洞乏味、毫无层次深度。酸度有许多不同的特征，像来自也门与肯尼亚的咖啡豆，其酸度特征就有袭人的果香味及类似红酒般的质感。

3. 醇度

醇度是指饮用咖啡后，舌头留有的口感。醇度的变化可分为清淡如水到淡薄、中等、高等、脂状，甚至印度尼西亚的某些咖啡如糖浆般浓稠。

4. 气味

气味是指咖啡调配完成后所散发出来的气息与香味。用来形容气味的词包括焦糖味、炭烤味、巧克力味、果香味、草味、麦芽味，等等。

5. 苦味

苦是一种基本的味觉，感觉敏感区在舌根部分。深度烘焙的苦味是刻意营造出来的，但常见的苦味则是咖啡粉用量过多、水太少。

6. 清淡

生长在低地的咖啡，口感通常相当清淡、无味。咖啡粉分量不足、水太多的咖啡也会呈现同样的清淡效果。

7. 咸味

咖啡冲泡后，若是加热过度，将会产生一种含盐的味道。

8. 泥土的芳香

泥土的芳香通常用来形容辛香而具有泥土气息的印度尼西亚咖啡，并非指咖啡豆沾上泥土的味道。

9. 独特性

独特性是形容咖啡具有独树一帜的芳香与特殊气息，如花卉、水果、香料般的甜美特质。东非与印度尼西亚所产的咖啡通常具有这种特性。

10. 芳醇

芳醇用来形容低至中酸度、平衡性佳的咖啡。

11. 温和

温和用来形容某种咖啡具有调和、细致的风味，可用来形容除巴西以外的所有高原咖啡。

12. 柔润

柔润形容像印度尼西亚咖啡这样的低酸度咖啡，也形容为芳醇或香甜。

13. 发酸

发酸是一种味觉，是浅度烘焙咖啡的特点。

14. 辛香

辛香是指一种令人联想到某种特定香料的风味或气味。

15. 浓烈

就技术上而言，浓烈形容的是各种味觉优缺点的多寡，或指特定的调理成品中，咖啡与水的相对比例。就通俗的用法而言，浓烈形容的是深度烘焙咖啡强烈的风味。

16. 香甜

香甜即本质上像是水果味，与酒味也有关。

17. 狂野

狂野形容咖啡具有极端的口味特性。

18. 葡萄酒味

葡萄酒味是指水果般的酸度与滑润的醇度所营造出来的对比特殊风味。肯尼亚咖啡便是含有葡萄酒味的最佳典范。

（三）杯品的方法

杯品咖啡主要从苦、酸、咸、甜四个方面进行，分别由舌根、舌中后部、舌中前部、舌尖品味。将咖啡豆抽样取出进行烘焙，注意不能深烘焙。

1. 杯品必备、环境要求

杯品前要准备好杯品用具及满足杯品的环境，见表 3-22。

表 3-22　杯品环境及用具

烘焙必备	环境	杯品必备
杯品专用烘焙机	良好的光照	均衡（规格）
烘焙测定仪或其他颜色测定仪器	清洁，无干扰性气味	杯品杯子（带盖）
磨粉机	杯品桌	杯品长匙
	安静	热水壶
	舒适的温度	表格和其他文本材料
	限制干扰（禁止电话等）	铅笔和剪贴板

2. 样品准备

（1）制咖啡粉。取适量咖啡豆样，含水量不超过 12%，置于旋转式烘焙机或振动式烘焙机中烘焙，温度在 210℃±10℃，时间 30min 左右。为了防止咖啡中的糖与氨基酸发生过度的美拉德反应而影响咖啡的自然风味，须为浅焙炒，一般听到咖啡豆发出“噼啪”的爆炸声即可，自然冷却至室温。

准备好咖啡豆并在杯品开始前现磨，磨好的咖啡粉在浸水之前的放置时间不能超过 15min。如果这一点不能保证的话，应把咖啡粉盖上并在研磨后 30min 以内用水浸泡。每种至少要准备 5 杯以确保样品的一致度。

在研磨每种咖啡豆之前都要研磨一定量的咖啡豆来清洁磨粉机，研磨粒度为中粗，为 30～40 目，然后逐次研磨每杯所需容量，确保每杯研磨量的一致性，研磨后把咖啡粉倒入杯子并立即盖上盖子。

（2）冲泡。杯品用水应保持清洁无异味，但不要经过蒸馏或软化。取 8.25g（或 20～25g）咖啡粉置于杯测杯中，然后用新鲜煮沸并且在冲泡时保持约 93℃（水温应根据海拔高度来调节）的水，由中央至周边冲入 150mL（或 350mL），用勺击碎帽状外壳，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，保证所有的粉都浸湿，在杯品开始之前让咖啡粉静止浸泡 3～5min。撇去留于表层的浮渣和泡沫，待冷却至味觉神经最为敏感的 50℃左右时，即可进入品尝阶段。不使用过滤，因而不影响从咖啡粉里萃取香味成分。

3. 感官检验步骤

评估步骤中的每一个身体动作，如用力吸气、啜和吞咽，与日常生活中的情形相比，在

杯品咖啡时都要加大力度。这样做是为了让尽量多的神经末梢受到咖啡的刺激以获得完全的味觉感受。

咖啡杯品有六个步骤，描述咖啡的香气、香味、味道、气味、回味和醇度。

（1）香气

杯品的第一步是评价咖啡豆的香气。研磨 8.25g 的咖啡，放在样品杯子里，然后用力吸闻刚刚被粉碎的咖啡所释放出来的气体。

香气的特点表明咖啡豆的味道本质，甜的气味表明它的味道是酸的，刺鼻的气味表明它的味道是刺激的。香气的力度表明咖啡的新鲜度，即生咖啡豆从焙制好到研磨成粉之间放置的时间。

香气由最具挥发性的芳香化合物组成，特别是那些含硫化合物，如甲基硫醇。通常咖啡的香气带有香甜味，类似某些花的香味。另外，咖啡香气还带一些辛辣味，有点像甜香料。如何能把这些物质保留在咖啡豆里，人们目前所能做到的微乎其微。

（2）香味

杯品的第二步是检查咖啡水的香味。将刚冲泡好的咖啡液体放于鼻下，用力吸因高温释放出来的气体，使鼻隔膜感受到全面的香味，从水果味、草味，到坚果味。

咖啡香味主要成分是大分子结构如酯、乙醛和酮，它们是形成咖啡香味的主要因素，也是咖啡香味中最复杂的气体混合物。总的来说，咖啡的香味是水果味、草味和坚果味的综合，通常以水果味或草味为主。另外，如果咖啡吸附其他气味，这些气味则很容易显现在新鲜的咖啡里。

咖啡的香气特点与咖啡的原产地有关。相对应地，香气的力度与咖啡的新鲜度有关。新鲜度是通过从焙制好到煮制的时间长短来衡量的。新鲜度也受包装种类的影响。

（3）味道

杯品的第三步是仔细体味新煮制的咖啡味道。用一只特制的咖啡勺，一般是容量为 8～10mL 的圆汤勺，最好是镀银的，可以迅速散热。取出 6～8mL 的咖啡水放到嘴前，并用力快速啜入咖啡，使其均匀分布在舌头的表面。将咖啡含在嘴里 3～5s，集中注意味道的类型和强度，从而得出该批咖啡豆的等级。

（4）气味

杯品的第四步与第三步是同时进行的。通过舌头的表面吸入咖啡。由于水汽气压的变化，使水中一部分有机物从液态变为气态。用力吸咖啡的动作使气体进入鼻腔，从而评估咖啡的气味。

咖啡的气味是很多气味的组合，咖啡中的芳香物质按来源划分，可分为三类：①咖啡豆在生长过程中酶化反应，主要是酯和醛，不同酯和醛所占的比例不同，会产生不同的香味，包括花香味、果香味和草味［如甜花味、甜草味、甜辛辣味、香芹味、甜樟脑味、茴香味、甜（干）橘味、甜（干）浆果味、洋葱味、蒜味、蔬菜味、欧芹味等］；②咖啡豆在烘焙中的焦糖化反应的结果，一般情况下在烘焙过程中首先出现乙醛、酮类，随着进一步烘焙，咖啡豆中的糖分子会缩合成一团棕黄色的物质——焦糖，以及杂环化合物、磺胺基化合物等，而出现坚果味、麦芽味、糖果味、糖浆味、巧克力味、香蕉味等；③咖啡豆纤维经干烧加工后所产生的芳香化合物，主要成分是杂环化合物、腈、碳氢化合物，呈现松脂味、香辛料味、炭烤味，主要表现在品尝后口中留下的回味里。

(5) 回味

杯品的第五步是评价咖啡的回味。把咖啡水含在口中几秒，然后咽下一小部分，迅速紧闭咽喉把留在后腭的水汽送入鼻腔，可以发现留在后腭的较重分子的气味。回味阶段感觉到的各种化合物的香味是甜的，类似巧克力味；或是篝火烟味，或是雪茄烟味；有时，会有类似刺激的香料味，如丁香味；有时像树脂味，类似松脂味；有时，这几种气味都有。

(6) 醇度

杯品的第六步是评价咖啡水的口感。舌头轻轻地滑过口腔的上腭，感受咖啡的质感，对油质、顺滑程度的感觉，可以测量咖啡水中的脂肪含量，而对咖啡的"重"、厚及黏性的感觉，则测量出咖啡的纤维和蛋白质含量，两者构成了咖啡的醇度。

4. 杯品的注意事项

(1) 当咖啡水凉下来以后，重复步骤 (3)～(5)，至少 2～3 遍，使杯品更准确。

(2) 在品尝多品种的咖啡时，将没有咽下去的咖啡吐到痰盂里。除此之外，最好用温水漱口，这有助于清理口腔，为品尝下一种咖啡做准备。

(3) 杯品时的意念会影响将味觉和气味的刺激与记忆中相应味觉和气味的联系。所以杯品时要避免外界各种视觉、声音和气味的干扰。

(4) 杯品时要全神贯注地进行手头的工作，包括做好笔录。

5. 杯品的评判

对杯品咖啡进行打分，可参考表 3-23，杯品时产生不良口味及增减分，可参考表 3-24，从而可评判该批咖啡豆的等级。

表 3-23　基础评分表

名称	差	一般	中等	好	非常好	总计
香气	4	5	8	10	12	
酸度	4	8	10	12	15	
醇度	4	8	10	12	15	
风味	4	8	10	12	15	
平衡	3	4	6	8	10	
总评	3	4	6	8	10	
总分						

(表中数据来源：小粒种咖啡生豆收购点，仅供参考。)

表 3-24　不良口味增减分值表

名　称	增减分量及合格否
味道干净	+10
味道不干净	−10
涩/刺激	−4
酒味/酸味	−5

续表

名　称	增减分量及合格否
草味	－4
坚果味	－5
木头味	－5
麻袋味	－6
甜葱味	－7
发酵味	不合格
发霉味	不合格
污染/化学味	不合格
腐烂味	不合格

（表中数据来源：小粒种咖啡生豆收购点，仅供参考。）

最后对杯品的咖啡进行评价。一般情况下遵循如下原则。

（1）上乘的杯品咖啡必须清洁、无异味，让人感到愉快、舒服。

（2）酸和苦是咖啡杯品的两大特色，偏酸、偏苦或酸苦适宜的咖啡都是好咖啡。

（3）涩味在杯品咖啡中是一种不愉快的风味，越少越好。

（4）上乘的咖啡杯品劲头必须很足，无劲头的咖啡不是好咖啡。

（5）鲜花味、青草味、果味、葡萄酒味、谷物味、焦糖味、巧克力味等风味存在于咖啡中时，其综合效果将使咖啡劲头更足。

（6）烟草味、发酵味、腐烂味、泥土味都属于异味，将严重影响咖啡的杯品质量。

（7）杯中咖啡汤色应明亮，是一种半透明棕红色液体，这种咖啡可称上品。

（四）杯品时咖啡的气味

小粒种咖啡虽然种植于云南，但是云南的地理环境较复杂，导致种植地区、技术、品种的不同，再加上初加工过程的差别，因此在相同的烘焙条件下，其口味会有差别。另外，同一地区种植的同一品种咖啡，在相同的加工、烘焙条件下，咖啡豆也会在不同的年份，口味方面有微妙的变化。在咖啡中可能出现的气味有下列18种。

1. 动物味

这种气味通常会让人联想到皮毛、皮革、毛衣甚至尿液，这并不是一种令人愉快的气味。但是如果咖啡中有这种气味，不能断言这是不好的咖啡，因为有些风味咖啡就需要有这种气味。

2. 烟灰味

这种气味与烟灰缸、抽烟人的气味相似。这种气味对咖啡也不是一种消极气味，通常用这种气味来描述咖啡焙炒的程度。

3. 焦味

这种气味与烧焦的食物气味一样，通常在深度烘焙的咖啡中出现。

4. 化学药品味

这种气味会让人联想到化学药品、药和医院。这通常是因为咖啡上还残留着种植者喷洒

在咖啡树上的化学药品。有些地区生产的咖啡本身会产生大量易挥发物质，也会出现这种气味。

5. 巧克力味

这种气味使人想起可可粉或巧克力。当咖啡中有这种气味时，通常这种咖啡会有甜感，是上乘咖啡。

6. 焦糖味

这种气味是有些咖啡中特有的，不能用这个气味来描述烘焙过度的咖啡。

7. 谷物、麦芽及烧烤面包味

这三种气味由于强度不同，可相互转换，如生谷物味、生玉米味、生麦芽味很强时就会让人联想到烤面包。这些气味能丰富咖啡的风味。

8. 泥土味

这种气味像污泥味，也像生土豆味。咖啡不能有这种气味。

9. 鲜花味

在果味很浓的咖啡中，通常会出现鲜花味，有的像茉莉花，有的像蒲公英，这是令人愉快的气味。

10. 水果味或柠檬味

这种气味通常来自咖啡浆果，会让人联想到水果。酸味强的咖啡具有这种风味。不应该用这个特点来断定咖啡原料来自不成熟或过熟的浆果。

11. 青草味或蔬菜味

当嗅到这种气味时，说明咖啡的原料很新鲜并且质量很好。

12. 杏仁味

这是一种新鲜果仁味，有的消费者很喜欢这种风味。这种风味也是有些原料中特有的风味。

13. 酸败味或腐烂味

这种气味使人想起某些食物变质或氧化后的气味。酸败味通常指的是脂肪氧化后的气味，这种气味出现在咖啡中时，表现为烟草气味。腐烂味指的是蔬菜腐烂的气味，当咖啡中有这种气味时，说明咖啡已变质。

14. 橡胶味

这种气味使人想到发热的车胎等橡胶产品。这种风味存在于咖啡中时，不能视为异味，小粒种咖啡出现的可能性较少，中粒种咖啡具有这种气味。

15. 辣味

辣味可刺激舌和口腔的味感神经，也会刺激鼻腔。咖啡中辣味应以少为好。咖啡中的辣味通常是公丁香、肉桂、芥子之类的辛辣风味，而不是像辣椒这类的辛辣型。辣味会出现在某些风味咖啡中。

16. 烟草味

这是一种消极的气味，一般不该出现在咖啡中，变质的咖啡中会出现这种气味。

17. 葡萄酒味

这种气味使人感觉像是喝下一杯葡萄酒。葡萄酒味通常出现在强酸果味的咖啡中，应注意不能与发酵气味相混。

18. 木头味

这种气味使人想到干木柴，橡树桶。

（五）杯品时咖啡的品味

品尝咖啡时，细细体味香味在不同阶段的特点，揭示不同阶段的香味特征，是准确评估一种咖啡气味的关键。在相同时间饮用咖啡，不同的人能得到不同的味道感觉。另外，同一个人在不同时间品尝同样的咖啡也会尝出略微不同的味道。

1. 酸味

酸味是咖啡的一个基本特色，由有机酸引起，大多具有愉快的风味。咖啡的酸味是具有提振心神、涤清味觉等功能。上乘的小粒种咖啡都具有这个味道，但随着烘焙程度的加深，酸味逐渐散失。

一些不愉快的酸味则显示咖啡在初加工中发酵过度，如乙酸、乳酸的馊酸味，丙酸的酸酪味等。

2. 苦味

苦味由咖啡因、奎宁和一些生物碱或者糖焦化导致。一般来说苦味是咖啡的另一个基本特色，好的咖啡都要求具有一定程度的苦味。它在生理上对人的味感受器刺激较大，如与甜、酸或其他口味组合得当，会增添一种独特的风味。随着烘焙程度的加深，苦味变浓。苦味发生原因还有咖啡粉用量过多，而水太少，粉水比例过小。

3. 甜味

甜味由咖啡中含有的蔗糖、木糖醇、葡萄糖、山梨醇和果糖之类的低聚糖导致，但含量均较低，甜味通常与果味、巧克力味和焦糖味一起出现。好的咖啡其甜味与酸味配合恰当，可缓和苦味，增香及使咖啡具有厚实的口感。

4. 咸味

一些特定地区种植的咖啡，因为含有微量的苹果酸钠及葡萄糖酸钠，所以有一定良性的咸味作用。一般咖啡中无此味，但由于煮咖啡的水质带来的咸味，则属于不正常的咸味。咖啡冲泡后，若是加热过度，将会产生一种含盐的味道。

5. 馊味

馊味特别刺口，不愉快，由醋酸引起，通常出现在发酵过度的咖啡中。

（六）杯品时咖啡的口感

1. 劲头

有的咖啡喝下后，劲很足，整个口腔有充实感，而且长时间不会消失，这是一种上乘咖啡；有的咖啡却是缺少劲头，像喝下一杯清开水，淡淡的一下就无任何感觉。

2. 涩味

涩味是由于口腔黏膜蛋白质凝固，引起口腔干燥的收敛感，是咖啡中含有多酚类化合物，如单宁、草酸或奎宁酸等，让人感到口腔干燥的回味，人们通常不喜欢，此种不愉快口

感应越少越好。

3. 清纯

清纯即有咖啡独特的芳香，无异味；入口感觉丰满厚实，不寡薄，有愉快感，余香停留在口中时间较长。

4. 鲜味

鲜味是初加工时由于咖啡中糖类及蛋白质在微生物作用下进行适当的发酵而产生的，可缓解酸味及苦味，增强自然风味。

六、小粒种咖啡精制加工卫生要求、环境保护及管理

（一）小粒种咖啡精制加工卫生要求及管理

为确保小粒种咖啡精制加工生产安全、质量可控，小粒种咖啡精制加工应有规章制度，使小粒种咖啡精制加工生产按加工工艺流程和卫生要求进行规范性操作，其要点如下。

（1）加工人员必须进行卫生检查，不论是长期固定工，还是临时聘用的工作人员都要持健康证上岗，以确保小粒种咖啡生产的卫生质量。加工人员在上班时应着整齐干净的工作服。

（2）小粒种咖啡精制加工车间地面必须干净、清洁无污染，同时要有通风设施，采光好。车间内有消防设施、设备。

（3）盛装带壳咖啡豆的袋子不能使用装过肥料的塑料编织袋，需购置无污染、无异味的新编织袋，防止带壳咖啡豆被污染。

（4）堆放带壳咖啡豆的仓库与商品咖啡豆的仓库要严格分开，并且要注意两者不能有其他杂味；要注意防潮，不能让阳光直射于咖啡豆上；先入库的带壳咖啡豆先加工。

（5）盛装商品咖啡豆的袋子使用新麻袋或者其他包装物，必须无污染、无异味；在显眼的位置有标示卡，卡上有产品名称、供货商、等级、筛号、数量、生产批号、检验员等。

（6）开动机器设备之前一定要检查线路是否处于安全状态，机器设备是否处于待机状态；开机后要检查机器运行是否处于良好状态，如果有异常，立即停机检查。

（7）对杯品后定级的不同级别的咖啡豆一定要严格分开加工。不同级别的商品咖啡豆分开堆放，不同发往地的商品咖啡豆分开堆放。

（8）建立带壳咖啡豆的档案管理制度，包括种植地、种植管理情况、初加工方式、进厂时间、进厂时的含水量、脱皮程度、出库和入库记录。

（9）建立咖啡精制加工档案管理制度，包括带壳咖啡豆入库时间、加工时间、加工班组、检验员、出库和入库记录。

（二）小粒种咖啡精制加工环境保护管理

（1）对用于小粒种咖啡精制加工的能源（如电、柴油等）消耗量要进行记录，记录下每年的消耗总量和加工每千克咖啡豆的消耗量。

（2）以节约为原则，余热再利用。

（3）咖啡壳进行再利用，除可作能源利用外，还有其他有益用途。

第三节　小粒种咖啡豆包装、贮存管理

一、小粒种咖啡豆的包装

将加工制得到的成品小粒种咖啡豆，按照同一等级、同一季节采收的产品进行计量包装，净含量为每袋 60kg±0.2kg 或每袋 70kg±0.2kg，用缝包机缝口或手工缝口。

包装物必须牢固、干燥、洁净、无异味、无毒、完好无损。在每一个包装袋的正面和放在袋内的标志卡上，应清晰地标明七个项目：①产品名称；②产品等级；③执行标准编号；④净含量；⑤生产者名称；⑥原产地；⑦生产日期。

咖啡豆包装除麻袋外，较先进环保的还有泡沫袋包装，需要把薄膜袋直接放在集装箱里，用设备把咖啡豆直接喷入集装箱的泡沫袋内，然后直接封箱，这样包装成本低，而且泡沫袋可以重复使用，较环保。

二、小粒种咖啡豆的贮存

1. 入库

袋装好的咖啡豆必须存放在阴凉、干燥、通风较好的仓库内，以确保咖啡豆在贮存过程中不会变质。

2. 贮存环境要求

贮存仓库所在地应与鲜果生产地地理地势、气候环境基本一致，空气湿度在 70%以下，温度、湿度相对稳定，空气质量优良，无烟尘。

3. 贮存仓库要求

贮存仓库应通风良好，清洁干净，无鼠害，无异味。与其他物资仓库隔离，不允许将农药、化肥及其他物品同咖啡存放在一个仓库内，以防咖啡吸入异味。仓库高 3m，四面墙体上部设置通气孔，屋顶有通风管道，地面铺装一层木板垫层，木板层下面设通风道，以利于空气流通和室内温度、湿度稳定。

4. 仓库贮存

小粒种咖啡豆含水量达到 11%～12%时，装入干净的麻袋，使麻袋呈扁平状，堆码高度 2.5m 左右，离墙有一定距离，保持空气流通，应经常检查。包装和贮存都要有记录，见表 3-25。

表 3-25　包装和贮存记录表

包装材料		贮存温度	
入库时间		贮存时间	
入库量		保管时间	
仓管员		技术负责人	

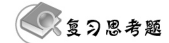
小粒种咖啡豆存放仓库的温度、湿度控制也是关键。咖啡豆仓库基本都会配备温湿度仪，先进的咖啡豆仓库可以直接控制室内温度和湿度，保障咖啡豆品质的稳定。小粒种咖啡

豆贮存适宜温度为25℃，相对湿度为60％。

5. 贮存过程中小粒种咖啡豆的变化

由于咖啡豆的贮存量很大，而且贮存费用很高，Jordao等研究了利用自然通风、不封口金属筒仓贮存咖啡豆的方法。贮存在筒仓中的咖啡豆，其某些物理性质如含水量、相对密度、色泽等发生变化，而筒仓上层咖啡豆的变化更加明显。另外，咖啡豆的游离脂肪酸含量和咖啡酸度也发生变化，上层咖啡豆的游离脂肪酸含量变化较大，上层和下层咖啡豆的酸度都发生变化，但下层的变化比较显著。

贮存的难题之一是咖啡豆脱色，这是影响品质的一个因素。脱色发生于咖啡豆上的不同点，分布于整个咖啡豆表面，从而明显降低了咖啡豆的商品价值。发生脱色所需的时间变化不定，在某些情况下，需3～4天。Bacchi认为咖啡豆脱色间接原因是机械加工造成的损伤。他通过一系列脱色试验，确认影响较大的因素是大气的相对湿度。相对湿度越高（主要指80％以上），咖啡豆脱色越快。机械损伤导致细胞膜破裂，从而使细胞解体，导致咖啡豆脱色，引起质量下降。这种脱色类似谷类的脱色，可能是酶或其他东西包括酚醛化合物和（或）多酚氧化酶引起的氧化反应。



复习思考题

1. 描述重力除石去杂机、脱壳机、抛光机、分选机及色选机的组成、工作过程、维修和保养。

2. 影响脱壳机脱壳效果的因素有哪些？

3. 国内常用分级标准有哪些？

4. 各等级咖啡豆的外观和感官特性是什么？

5. 人工拣选与机器分选有什么差别？

6. 依据咖啡豆的大小如何分级？

7. 依据瑕疵豆的点数如何分级？

8. 简述夏威夷科纳咖啡的分级方法。

9. 简述平豆与圆豆大小对照的分级。

10. 咖啡豆缺陷物分级法怎样分级？

11. 影响筛分效率的因素是什么？

12. 色选效果参数如何设置？

13. 影响咖啡豆色选工艺效果的因素有哪些？

14. 咖啡的杯品具有哪四个要素？

15. 影响味觉的因素有哪些？

16. 咖啡豆感官检验的实质是什么？

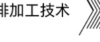
17. 杯品前如何准备样品？

18. 描述咖啡杯品的六个步骤。

19. 杯品的注意事项有哪些？

20. 对杯品咖啡进行评价，一般情况下遵循的原则是什么？

21. 简述小粒种咖啡精致加工的卫生要求及管理。



【实验实训】

实验实训一　小粒种咖啡缺陷豆的认识

一、实验目的

（1）认识缺陷豆的特征。

（2）了解产生缺陷豆的原因。

（3）了解生产上避免产生缺陷豆采取的措施。

二、实验原理

由于生产加工过程中控制不当，导致小粒种咖啡豆的色泽、形状等都存在差异，这将引起小粒种咖啡豆的等级下降，因此需要剔除小粒种咖啡缺陷豆。小粒种咖啡豆常见的缺陷豆包括黑豆，豆子呈黑色；酸豆，豆子发黄；水晶豆，豆子呈半透明状；褪色带斑点豆，豆子发白上面有斑点；褪色豆，豆子发白；黄豆，豆子呈黄色；琥珀豆，豆子呈琥珀色；损伤豆，豆子开裂或不完整；虫害豆，豆上有虫眼；皱豆，豆子表面起皱；不成熟豆，豆子呈不正常的绿色，银皮难脱；裂碎豆，豆子不完整。另外，在生产操作中严格按照要求操作（如采收后及时脱皮、发酵时间适中、发酵池要干净等），可避免小粒种咖啡缺陷豆的产生。

三、仪器用具、试材

仪器用具：白色瓷盘、盛样杯、放大镜。

试材：缺陷豆样品。

四、实验方法

将缺陷豆分别放在白色瓷盘中，用放大镜观察其色泽、形状，比较其差异。写出缺陷豆的特征。

五、实验记录

将实验结果记入表 3－26 中。

表 3－26　小粒种咖啡缺陷豆外观特点

	黑豆	酸豆	水晶豆	褪色带斑点豆	褪色豆	黄豆	琥珀豆	损伤豆	虫害豆	皱豆	不成熟豆	裂碎豆
色泽												
形状												

六、问题思考

（1）产生缺陷豆的原因是什么？

（2）生产上避免产生缺陷豆的措施有哪些？

（3）缺陷豆对杯品的香气、味道有什么影响？

实验实训二　小粒种咖啡贝壳豆与一级豆外观差异比较

一、实验目的

（1）了解一级豆的外观、感官特性，物理特征。

（2）学会比较的方法。

（3）了解小粒种咖啡贝壳豆的外观、感官特性，物理特征。

二、实验原理

小粒种咖啡贝壳豆是遗传基因变异造成的。小粒种咖啡贝壳豆的存在导致小粒种咖啡豆的等级下降，还会引起烘焙不均匀。

三、仪器用具、试材

仪器用具：白色瓷盘、样品杯、放大镜、托盘天平（感量为0.01g）、烘焙机、粉碎机、游标卡尺。

试材：小粒种咖啡贝壳豆、小粒种咖啡一级豆。

四、实验方法

（1）将小粒种咖啡贝壳豆和一级豆分别放在白色瓷盘中，观察其颜色，用放大镜观察形状，并记录。

（2）用游标卡尺测量纵径、横径，并记录。

（3）百粒质量比较，分别数100粒小粒种咖啡贝壳豆和一级豆，称其质量，计算单粒质量和质量比。

单粒质量(g)＝百粒质量/100

质量比(一级豆/贝壳豆)＝百粒一级豆质量/百粒贝壳豆质量

五、实验记录及结果

将实验的数值记入表3-27中。

表3-27　小粒种咖啡贝壳豆和一级豆部分物料数值

	色泽	形状	百粒质量/g	质量比	纵径/mm	横径/mm
贝壳豆						
一级豆						

结果：

六、问题思考

（1）产生贝壳豆的原因是什么？

（2）贝壳豆与一级豆百粒质量差别的原因是什么？

（3）贝壳豆就一定不能要吗？

实验实训三　参观小粒种咖啡精制加工的生产

一、实训目标

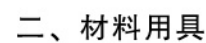
（1）掌握小粒种咖啡精制加工的生产过程。

（2）了解重力除石去杂机、脱壳机、抛光机、粒径分选机、重力分选机及色选机的组成、工作原理、维修和保养。

（3）理解重力除石去杂机、脱壳机、抛光机、粒径分选机、重力分选机和色选机的工作过程。

（4）了解重力除石去杂机、脱壳机、抛光机、粒径分选机、重力分选机和色选机的操作。

（5）了解小粒种咖啡精制加工的生产管理及卫生要求。



二、材料用具

笔记本、笔。

三、学校指导

1. 调查提纲的拟订方面

(1) 重力除石去杂机、脱壳机、抛光机、粒径分选机、重力分选机及色选机的组成、工作原理、维修和保养。

(2) 影响脱壳机脱壳效果的因素。

(3) 影响粒径分选机分选效果的因素。

(4) 影响重力分选机分选效果的因素。

(5) 影响重力除石去杂机除石效果的因素。

(6) 脱壳机与抛光机的功能差异。

(7) 影响色选机区别缺陷豆的因素?

(8) 重力除石去杂机、脱壳机、抛光机、粒径分选机、重力分选机、色选机的操作过程。

(9) 小粒种咖啡精制加工的卫生要求。

(10) 小粒种咖啡精制加工的管理及环境管理。

(11) 产品等级分析。

2. 实训要求

(1) 遵守参观单位的规章制度和参观要求，按照调查提纲尽量多地完成调查内容。

(2) 遵守交通安全和生产安全。

(3) 做好笔记，积极询问，认真思考，补充资料，完善报告。

(4) 对调查报告的内容、格式、字数、交报告的时间提出要求。

四、实践训练

1. 模仿创新

按照老师的指导，编写调查提纲。调查提纲可以采取问题式提纲或表格式提纲。例如

(1) 重力除石去杂机的主要零部件有哪些?

(2) 重力除石去杂机是如何实现除石的?

(3) 重力除石去杂机的开机、关机是怎样操作的?

(4) 重力除石去杂机开机多长时间加油?

(5) 重力除石去杂机的通风道如何保养?

(6) 出现多大的石头会损伤重力除石去杂机?

(7) 小粒种咖啡豆的含水量是否会影响重力除石去杂机的工作?

(8) 对进行小粒种咖啡精制加工的工人有哪些卫生要求?

(9) 对要进行精制加工的带壳小粒种咖啡豆有哪些要求?

(10) 用了脱壳机是否可以不用抛光机?

……

最后将调查的内容整理成调查报告，分析小粒种咖啡精制加工生产过程中存在的问题，提出改进建议。

2. 讨论评价

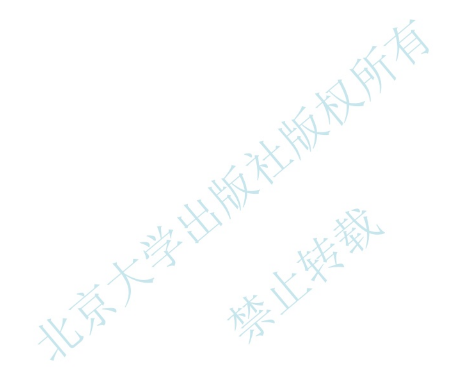
老师认真阅读每个学生的调查报告，并提出修改建议；根据学生在参观过程中的表现，提示学生抓住重点问题询问；老师对学生在实训过程中的表现和调查报告质量进行小结，鼓励表现好的同学；安排1～2h的参观实训交流活动，师生共同总结实训的收获体会。

五、问题思考

(1) 本次实训最大的收获是什么？不足的方面有哪些？如何改进？

(2) 国际分级标准与国内分级标准的差异是什么？

(3) 避免色选机色选效果差的措施有哪些？



第四章　小粒种咖啡的烘焙和粉碎

学习目标

1. 理解咖啡烘焙机的三大导热方式。
2. 了解 PROBATone 5 咖啡烘焙机的基本特点及维护、保养。
3. 掌握咖啡烘焙程度的划分。
4. 了解美国农业部咖啡四大烘焙程度。
5. 理解咖啡豆烘焙中的化学成分变化。
6. 熟悉咖啡豆烘焙的阶段。
7. 理解烘焙对咖啡豆的影响。
8. 掌握手选生咖啡豆的操作。
9. 掌握小粒种咖啡豆的拼配。
10. 熟悉咖啡豆烘焙的操作。
11. 熟悉小粒种咖啡豆的双重烘焙。
12. 了解小粒种咖啡豆烘焙引起的损害。
13. 了解烘焙咖啡豆的包装和贮藏方法。
14. 理解咖啡豆粉碎原理及力学性质。
15. 掌握咖啡豆粉碎法及粉碎粒度。

咖啡豆未经焙制前是无香、无味的，在经烘焙后，可散发芬芳与味道，不同的烘焙方式和烘焙程度散发的芬芳与味道有所不同。咖啡豆的烘焙从最古老的铜（铁）锅煎炒到现今的全自动机器烘焙，使用的器械随时代进步，但是要烘焙出什么样的口味，还要取决于烘焙的经验。对咖啡豆进行不同程度的烘焙，产生不同的酸苦及香气：轻度烘焙呈浅茶色，酸味较强，香气不充盈；中深度烘焙呈真正的咖啡色，酸味渐失，香气增加；深度烘焙已经接近黑色，酸味尽失，焦味则使得咖啡香味更浓郁。烘焙程度越深，咖啡的香味越浓，苦味增加。

对不同产区的咖啡豆要采用不同的烘焙方法，以使其特色完美地体现出来。对埃塞俄比亚咖啡豆进行深度烘焙是一种浪费，会使其失去独有的特色；将尧科特选和科纳咖啡豆进行深度烘焙，就会失去购买它时所追求的古典风味。有些咖啡豆进行深度烘焙，会衍生出新的和有趣的品质，如墨西哥咖啡豆在重深烘焙时，会产生一种有趣的甜味；危地马拉的安提瓜咖啡豆深度烘烤会保留它们的酸味和水果味，香气浓郁，口感丰富且柔滑，具有烟草味，于芳醇中略含炭烧味，就好像巧克力的甜美和烟气混合在一起。这对其他咖啡来说则比较困难。

小粒种咖啡的烘焙程度依据世界各地人的偏好确定。小粒种咖啡烘焙和粉碎的加工工艺如图4-1所示。

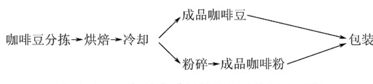


图4-1　小粒种咖啡烘焙和粉碎的加工工艺

第一节　小粒种咖啡豆的烘焙

烘焙是一个依赖于时间和温度的加工过程。在此过程中小粒种咖啡豆内部发生了化学变化。咖啡的气味、营养受到烘焙条件的影响，咖啡理想的香气和滋味成分来源于咖啡豆焙炒过程中成分的变化，其中蔗糖、绿原酸、蛋白质、葫芦巴碱是烘焙过程中发生显著变化的成分。它们可能是咖啡香气的重要前体物质。

制成可以喝的咖啡之前，要先对咖啡豆烘焙加工。咖啡豆通过烘焙，释放出最终的香味，将每一颗豆子蕴藏的个性——酸味、甜味、苦味淋漓尽致地挥洒出来。在影响咖啡味道的因素中，除了生豆与生俱来的品质外，80%取决于烘焙技术。烘焙是制作咖啡最重要也是最基本的条件；好的烘焙可以将生豆的个性发挥到极致并最大限度地减少缺陷味道的出现，反之不当的烘焙则会完全毁掉好的咖啡豆。一款出色的咖啡豆若是烘焙失败，不论怎样煮制，都不可能出现好味道；烘焙过程受时间及温度等的影响，烘焙控制非常难以把握，因此高的烘焙水平显得很重要。

一、咖啡烘焙设备和设施

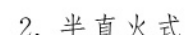
咖啡烘焙机的热能来源有电力、瓦斯（天然气）、柴油和太阳能等，炉内的导热方式以下有三种。①直火式：金属导热，对应直火式烘焙机；②半直火式：金属导热为主，热气流导热为辅，对应半直火式烘焙机，又称半热风式烘焙机；③热风式：不需要借助金属导热，全依赖热气流高效率导热，对应热风式烘焙机或气动式烘焙机。热风式烘焙机最省时，咖啡豆的失重比最低，最符合经济效益。

按烘焙时间，可将咖啡烘焙机分为传统的滚转炉及近些年出现的热气炉两类。前者以瓦斯隔着炉底加热，炉内的金属叶片不停地搅动咖啡豆；后者则以高温热气流来烘豆，由于气流很强，炉内的豆子不停飞舞，因此不需叶片搅动咖啡豆。滚转炉烘焙豆所需时间较长，一般称为慢炒派，烘焙时间在11～25min，慢炒豆较甘苦。热气炉烘焙豆速度则较快，属于快炒派，烘焙时间在3～15min，快炒豆酸味较强。

（一）咖啡烘焙机的三大导热方式

1. 直火式

直火式最大的特征是滚筒有小孔，炉火可直接烧到豆表，很容易出现带焦黑点的豆子或烘焦的豆子，火候不易控制，经常豆表已烘焦，剖开豆子，豆芯却未熟透，但是如果使用得当，烘焙豆的香气厚实。



2. 半直火式

半直火式，滚筒与火焰的接触面无孔，看似滚筒密闭，其实不然，滚筒最里侧开有小孔，可引导热气流入炉，辅助滚筒的金属导热，使咖啡豆烘焙更均匀。半直火式最大的优点是火候的微调很方便，深烘焙、浅烘焙都适宜，尤其适合诠释深烘焙咖啡豆甘甜浑厚的风范。

3. 热风式

热风式以强力高温热气流吹拂烘炉内的咖啡豆，使咖啡豆飞舞起来，导热效果最佳，烘焙最省时；但烘焙速度太快，常造成咖啡香气发展不完全或太酸涩。热风式最大的优点是熟豆的失重比半直火式低1%～2%。

（二）PROBATone 5 咖啡烘焙机

1. 组成

PROBATone 5 咖啡烘焙机（图 4－2）由生豆料斗、进料挡板、烘焙豆卸料口、主开关、紧急开关、滚筒、搅拌桨、烘焙鼓、观察孔、温度调节盘、出豆容器、吹风装置、冷却系统、冷却筛、冷却筛卸料口、轴承、机架、出风筒、控制开关箱、抽风装置、烘焙装置、抽风机、电动机、吸尘装置等组成。



图 4－2　PROBATone 5 咖啡烘焙机

2. PROBATone 5 咖啡烘焙机的基本特点

PROBATone 5 咖啡烘焙机设有控制系统，由 Menu bar 菜单、配方表、配置、记录按钮、烘焙时间、价值数据表、温度显示、烘焙参数图表等组成，可提供完整的烘焙数据和参数供分析、研究。除了可以大量地存储烘焙数据和曲线外，控制系统还可通过显示屏提供可视烘焙温度曲线和其他数据的比较；由于记录的模式功能，系统可以调用过往使用过的烘焙曲线，可以简单地实现批次烘焙的复制功能，利用这种功能可以使控制系统达到自动生产数据的检测和存储，这些数据可以被命名并存放在一个专用的系统表中，以供分析、研究；被记录的烘焙曲线可以根据烘焙时间和烘焙温度再次利用，每批次的烘焙生产数据都可以再被记入系统，可以用它来评估和分析生产过程。与之匹配的操作软件，可以

方便地与烘焙机的控制系统相连，还可以方便地编辑自己的用户界面，选择自己喜欢的颜色，形成个性的操作界面。PROBATone 5 咖啡烘焙机的控制系统是一个独立的系统，安装于烘焙机之外，在烘焙过程中，需要监视整个过程。

PROBATone 5 咖啡烘焙机所有的工序都是通过按钮控制的，省时省力，操作起来比较方便；有特殊的热气流系统，为咖啡豆提供了最均匀的烘焙温度，这样能保证烘焙的咖啡豆内外同质；同种咖啡豆的烘焙范围较宽，不同的咖啡豆可选择不同的烘焙曲线，经过烘焙后，其品质一样；设置的搅拌装置转速（5.2r/min）比较稳定，保证了咖啡最均匀混合和最佳的烘焙效果；冷却筛较大，并且有符合食品安全的搅拌装置，确保迅速、均匀地冷却烘焙出炉的咖啡豆；冷热排风分开，并有同步排气装置，烘焙机的烘焙系统和冷却筛搅拌系统分别由单独的驱动器控制，冷却和烘焙可同时进行，大大缩短了烘焙周期；采用可调燃气加热，大大提高了烘焙过程中烘焙温度的灵活性，锅炉的制造采用先进的技术，保证了加热的安全性；整个烘焙过程有数字时间显示和温度显示；炒制滚筒外面加了几层保温材料，能够减少热量损失，节约成本，同时能保持一定的温度；振动、噪声小，改善了工作环境；特别加强了通风散热性能，在滚筒的上部加了两个通风口，可以使热量散发出去，不会使滚筒内部温度过高而发生危险；设备清洗简单，打开侧门即可清洗，通过单独的热排旋流器风管能有效地收集银皮；如有突发事件发生，报警装置会自动切断电源，利用简单器具便可排出咖啡豆。

3. 工作原理

PROBATone 5 咖啡烘焙机的工作原理如图 4-3 所示，在烘焙鼓的底部装有使用燃气的锅炉，提供了烘焙气流的热能。咖啡豆被放入生豆料斗，每批次最好是 5kg，当温度达到进料温度（170～190℃）时，打开料仓门，将咖啡豆装入烘焙鼓后，关闭料仓门。

可以通过可视窗监视烘焙过程，同时可以借助取样槽看样。咖啡豆的温度始终被检测并

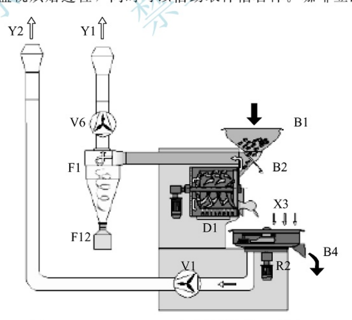


图 4-3　PROBATone 5 咖啡烘焙机的工作原理

Y1、Y2—烟囱；B1—生豆料斗；B2—料仓门；X3—冷风；B4—卸载翻门；F1—旋流器；F12—收料箱；D1—烘焙鼓；V1—冷却风扇；V6—烘焙风扇；R2—搅拌浆

（资料来源：咖啡烘焙机操作手册.）



在操作面板的数字显示器上显示。烘焙鼓内的搅拌桨进行了特殊设计，能有效、柔和地混合咖啡，有效地保证热能的均匀传递。

冷却风扇抽取的冷风通过烘焙后的咖啡豆和冷却筛的底部，带走咖啡豆内的热量；搅拌桨（R2）的搅动，可以加速咖啡豆冷却。冷却后通过卸载翻门卸载咖啡豆。在冷却咖啡豆的同时，只要焙烘鼓内达到烘焙温度，就可放入咖啡豆进行新一轮的烘焙。

在烘焙过程中，烘焙风扇抽出烘焙热气体排放，热气体通过旋流器，通过离心力和重力将咖啡银皮和尘埃分离到收料箱，清洁的热排放气体通过烟囱（Y1）排放，冷却的冷排风通过烟囱（Y2）排放。

4. 烘焙机的尺寸、质量

（1）烘焙装置尺寸（图 4-4）和质量

外形尺寸：1430mm×858mm×1856m（长×宽×高）

生豆料斗：$d_1=\phi400$mm

冷却筛：$d_2=\phi659$mm

冷却筛卸料口：$h_2=783$mm

烘焙热排气流管：$d_3=\phi60$mm，$h_3=1650$mm

冷却冷排气流管：$d_4=\phi100$mm，$h_4=387$mm

燃气连接口：$h_5=35$mm

烘焙机质量：340kg

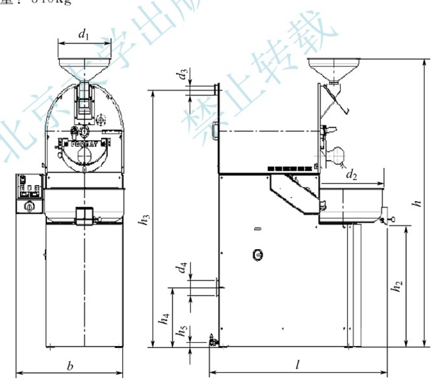


图 4-4 烘焙装置的尺寸

（资料来源：咖啡烘焙机操作手册.）

（2）旋流器的外形尺寸（图 4-5）和质量

外形尺寸：450mm×300mm×2096mm（长×宽×高）

烘焙热排气流管：$d_6=\phi80$mm，$h_6=1650$mm

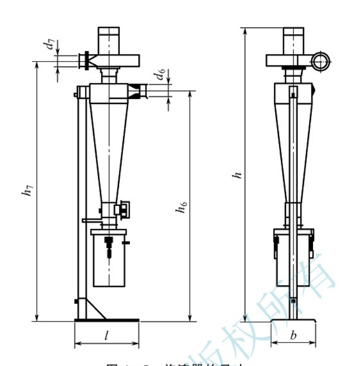


图 4－5　旋流器的尺寸

（资料来源：咖啡烘焙机操作手册.）

旋流器排放气流管：$d_7=\phi80$mm，$h_7=1860$mm

质量：44kg

（3）连接和消耗数据

供应电压（三相）：400V/230V，50Hz/60Hz

电耗：小于 0.3kW·h/5kg

额定功率：烘焙鼓驱动为 0.12kW，搅拌装置驱动为 0.12kW，烘焙风扇为 0.45kW，冷却风扇为 0.25kW

燃气种类：液化气，燃气压力为 50mbar（$1bar=10^5Pa$），燃气功率为 50MJ/h，燃气消耗为 0.5 m^3/h

排放气体流量：烘焙排放时为 $100m^3/h$，冷却排放时为 $250m^3/h$

5. 维护和保养

（1）如果绝缘部件损坏，立即切断电源进行更换；电器元件的操作必须由具有资格证书的电工进行操作；确保关闭电源且断电的情况下才能操作电器系统，在装配或拆卸工作前，确保电源已经关闭；不要随意更换任何熔丝或将熔丝拿出；保持带电部件干燥；潮湿的环境可能会导致短路。

（2）燃气管道的连接和烘焙鼓的安装必须由具有专业操作资格的操作者进行，烘焙鼓的安全装置维修必须由经过制造商委托认证的操作者进行。

（3）现场必须定期清洁，清洁时间可根据实际情况调节，每次清洁后都必须检查系统是否正常。如果有任何影响安全的因素都必须立即记录且调整。

（4）润滑油要免受灰尘、潮湿、氧化等影响，并且使用后必须放入密封的容器保持干燥；在第一次起动机器前及长时间未起动机器后，所有润滑部分都需要进行检查。

（5）如果齿轮油不具备黏性，必须更换为有更高黏度的齿轮油；不能混合使用不同品牌

和不同等级的齿轮油，尤其是合成机油不能与矿物油混合。

（6）烘焙2～4批次及每天烘焙完成后，清空银皮收集桶；每天清空烘焙滚筒下方的抽屉；每周使用冷却筛清洁剂清洁冷却筛表面，完全吸干净底部整体区域中的灰尘；每月使用管道清洁刷清洁从烘焙鼓风机至烟囱的排放管道，以及从冷却鼓风机至室外的排放管道；每年检查烘焙鼓风机和冷却鼓风机叶轮上的污物，如有必要，需进行清洁；每年由专业人员检查燃烧器活门。

（7）每工作2000h，更换前轴承的润滑剂。

（8）假如发生错报，应更换热电偶。

（三）意大利ARM全热风式咖啡烘焙机

1. 组成

ARM全热风式咖啡烘焙机（图4-6）由进料斗、烘焙炉、热风炉、控温系统、出料口、机架、轴承等组成。



图4-6 ARM全热风式咖啡烘焙机（杨瑞娟提供图片）

2. 工作原理

ARM全热风式咖啡烘焙机以高温热气流来烘焙咖啡豆，由于气流很强，炉内的豆子不停飞舞，因此不需叶片搅动咖啡豆。

3. 特点

ARM全热风式烘焙机是热气流与咖啡豆直接接触，咖啡豆无燃烧残留（卫生、安全），受热均匀，咖啡豆的膨化反应和美拉德反应更充分。ARM全热风式烘焙机烘焙的咖啡豆，具有焦苦味少、醇度高、萃取浓度高、口感持久的特点；计算机控温，可设定合适的烘焙温度及出炉温度，报警系统可确保咖啡豆获得理想的烘焙度；热风直接加热，可提升热效率，缩短烘焙时间，从而使咖啡的香气损失减少到最小；具有优良的冷却系统，确保每一炉咖啡在下一炉出炉前能得到完全冷却；采用全热风循环系统，节能、环保。

4. 参数

单炉烘焙量：18kg

单班可日产成品：500kg

功率：1kW

电压：220V

适用燃料：液化气

设备尺寸：长 2.8m，宽（底座部分）0.85m，高 2.1m

（四）JYR－1DG 桌上型燃气式咖啡豆烘焙机

1. 特性

JYR－1DG 桌上型燃气式咖啡豆烘焙机（图 4－7）采用独特的炉嘴（炉嘴是专利元件）加热，火焰稳定，燃烧完整，节省燃料，火力大小可以调节；温度控制器采用进口原件，可精准地控制温度，咖啡豆烘焙很均匀；具有预热温度设定与过热警示提醒功能，如果异常熄火会自动切断燃气并以警示声提醒；精准的计时设置，可任意设定烘焙时间，使烘焙更稳定；可随时从视窗镜观察咖啡豆的烘焙情形，或用取样把手取样检视咖啡豆的烘焙程度与色泽变化；冷却系统设计独特，而且冷却速度快；烘焙系统与冷却系统是分离的，可连续烘焙互不干扰；烘焙滚筒采用特制不锈钢，受热快，加热均匀，并且符合食品卫生安全。JYR－1DG 桌上型燃气式咖啡豆烘焙机体积小，适合在任何空间使用。



图 4－7　JYR－1DG 桌上型燃气式咖啡豆烘焙机

2. 参数

产量：最大烘焙量 1000g/次

电源：单相 AC 220V，50Hz/60Hz

减速电动机：90W/1.15W×1

燃气消耗量：0.3kg/h

风机：50W×2

机械质量：78kg

集尘筒质量：18kg

机械尺寸：860mm×600mm×960mm（长×宽×高）

集尘筒尺寸：320mm×250mm×1000mm

其他的烘焙机如 JYR－1DH 桌上型电热式咖啡豆烘焙机、JYR－2DH 桌上型电热式咖啡豆烘焙机、JYR－3A 型燃气式咖啡豆烘焙机、JYR－6A 型燃气式咖啡豆烘焙机等，其特性基本一样，参数略有差异。

二、咖啡烘焙原理

所谓咖啡烘焙，是指通过对生咖啡豆的加热，促使咖啡豆内部和外部发生一系列物理变化和化学反应，并在此过程中生成咖啡的酸、苦、甘等多种味道，形成醇度和色调，将咖啡豆的颜色（青色）逐渐变为深褐色的过程。

（一）传热方式

根据传热的机理不同，传热的基本方式有三种，即热传导、热对流、热辐射。

物质在不发生宏观位移的情况下，热量从同一物体的高温处向其低温处，或从高温物体向一个与它直接接触的低温物体的传递过程称为热传导。热传导是由于物质内部分子微观运动而引起的一种传热方式，通常认为固体内部的热传导是由相邻分子在碰撞时传递振动能的结果。此外，热传导也可因物质内部自由电子的移动而发生，这也是金属导热能力很强的原因。

流体各部分质点发生相对位移而引起的热量传递过程称为热对流，对流传热过程中往往伴有热传导。辐射是一种通过电磁波传递能量的过程，物体会因各种原因发出辐射能；物体受热时，热能转换为辐射能，以电磁波的形式在空间传播，当被另一物体接触时，会被部分或全部吸收，重新转换为热能。因而热辐射不仅是能量的转移，而且伴有能量的转换。热辐射可以在真空中传播，不需要任何介质。

在咖啡豆烘焙中热传导、热对流、热辐射三种方式同时存在，但是以热辐射为主。

（二）咖啡烘焙程度的划分

不同程度的烘焙，产生不同的酸苦，烘焙程度越深，咖啡的香味越浓。浅烘焙的咖啡豆，呈肉桂色，香味尚可，很脆，醇度低，有很高的酸度。中烘焙的咖啡豆，真正的咖啡色，醇度高，同时保留大部分的酸度。深烘焙的咖啡豆，颜色很深接近黑色，其焦味使得咖啡香味更浓郁，表面带有一点油脂的痕迹，酸度被轻微的焦苦所代替而产生一种辛辣的味道。极深烘焙的咖啡豆，颜色为浓茶色带黑，因油脂已渗透至表面，带有一种炭灰的苦味，醇度明显降低。

专业咖啡的烘焙方式通常分为八类，烘焙后咖啡豆颜色如图 4－8 所示。

1. 极浅烘焙

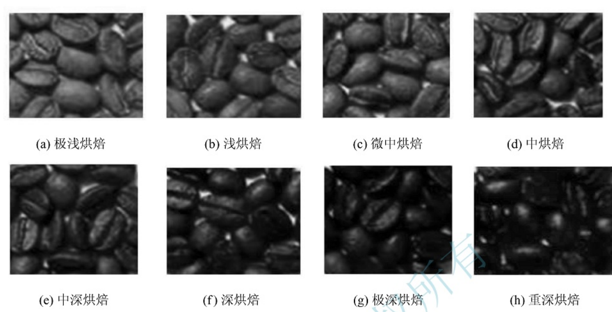
烘焙程度为极浅度烘焙，所有烘焙阶段中最浅的烘焙度，此烘焙度失重比很低，绿原酸和葫芦巴碱残留较多，咖啡豆的表面呈很淡的肉桂色，咖啡的芳香成分发展不全，香味不足，生涩尖酸的口感较重，此状态的咖啡几乎不能饮用，一般用在检验上，很少用来品尝。

2. 浅烘焙

烘焙程度为浅度烘焙，又名肉桂烘焙；一般的烘焙度，外观上呈现肉桂色，臭青味已除，香味尚可，酸度强，为美式咖啡常采用的一种烘焙程度。

3. 微中烘焙

烘焙程度为中度烘焙，又名浅中烘焙；中度的烘焙火候，也是美式咖啡采用的一种烘焙程度，除了酸味外，苦味出现，酸度比浅烘焙温和，焦糖的甜香较明显，香气、醇度适中，口感不错，常用于混合咖啡的烘焙。



(a) 极浅烘焙　(b) 浅烘焙　(c) 微中烘焙　(d) 中烘焙

(e) 中深烘焙　(f) 深烘焙　(g) 极深烘焙　(h) 重深烘焙

图 4－8　八类烘焙的咖啡豆颜色

（资料来源：THORN J，2000. 咖啡鉴赏手册［M］. 杨树，译 . 上海：上海科学技术出版社 .）



【对应彩图】

4. 中烘焙

烘焙程度为中度微深烘焙，又名浓度烘焙；烘焙度较微中烘焙度稍强，表面已出现少许浓茶色，苦味变强，咖啡的味道是酸中带苦，香气及风味皆佳，酸甘苦平衡，为中欧人士喜爱。

5. 中深烘焙

烘焙程度为中深度烘焙，又名城市烘焙；咖啡豆点状出油，苦香味比中烘焙明显，但焦糖香与甜感并未流失，苦味和酸味较平衡，微带烟熏味，法式咖啡常用的烘焙程度。

6. 深烘焙

烘焙程度为微深度烘焙，又名深层次烘焙；烘焙度较中深烘焙度稍强，颜色变得相当深，咖啡豆片状出油，有烟熏味，苦味较酸味强，极适用于调制各种冰咖啡。

7. 极深烘焙

烘焙程度为深度烘焙，又名法式烘焙或欧式烘焙；颜色呈浓茶色带黑，不要奢望能喝到酸味、坚果味和焦糖甜香味，因脂肪已渗透至表面，咖啡豆出油明显，咖啡豆表面油亮亮的，带有独特香味，很适合制作欧蕾咖啡、维也纳咖啡。

8. 重深烘焙

烘焙程度为重深度烘焙，又名意式烘焙；烘焙度在碳化之前，咖啡豆表面油滋滋的，有焦糊味，主要流行于拉丁美洲，适合制作快速咖啡及卡布基诺。

将烘焙程度与焦糖化数值、失重比、烘焙进程等归纳比较，见表 4－1。

表 4－1 不同烘焙程度的特点

烘焙程度	焦糖化数值	失重比	烘焙进程与位置
极浅烘焙	＃84～＃70	8％～13％	一爆的密集爆至尾爆，酸味尖锐，消费者不易接受，只适宜测豆找缺点
浅烘焙	＃69～＃65	11％～14％	一爆结束，酸香味重，嗜酸消费者可接受
浅中烘焙	＃64～＃60	13％～15％	一爆结束 30～40s，咖啡豆表面皱褶渐渐拉平，咖啡豆表面更均匀平滑，酸味稍温和
中烘焙	＃59～＃55	14％～16％	一爆结束接近二爆前，咖啡豆体从放热改为吸热，咖啡豆表面仍无油光，但是尖酸味大大降低，此时出炉易喝到小粒种咖啡的酸甜味本质
中深烘焙	＃54～＃44	16％～18％	二爆开始 20～40s 的初爆放热阶段，炉温剧升，有焦香味浮现，咖啡豆表面点状出油
深烘焙	＃43～＃36	17％～19％	二爆 40～100s 出现密集爆裂声，出油状更明显，进入深烘焙，烟量大增
极深烘焙	＃35～＃26	19％～21％	二爆约 100s 后进入尾爆，咖啡豆表面油光明显
重深烘焙	＃25～＃18	21％～23％	二爆结束，咖啡豆表面油滋滋，白烟转为蓝烟

（三）美国农业部咖啡四大烘焙程度

1. 浅烘焙

咖啡研磨后呈浅褐色，焦糖化数值介于＃90～＃80，美国精品咖啡协会界定的焦糖化数值为＃85；咖啡豆表面干燥、无油光，涩酸味高于香味。

2. 中烘焙

咖啡研磨后呈中度褐色，焦糖化数值介于＃60～＃50，美国精品咖啡协会界定的焦糖化数值为＃55；酸味和香味平衡，咖啡豆表面干燥或略带油光，多放置几天会有少许油脂溢出豆粒表面。

3. 中深烘焙

咖啡研磨后呈深褐色，焦糖化数值介于＃50～＃40，美国精品咖啡协会界定的焦糖化数值为＃45；略带酸味，甘苦平衡，咖啡豆表面点状出油。

4. 深烘焙

咖啡豆表面呈油亮亮的黑色，焦糖化数值介于＃40～＃30，美国精品咖啡协会界定的焦糖化数值为＃35；无酸味，苦味明显，并有烟熏味。

（四）咖啡豆烘焙中的化学成分变化

咖啡豆经过烘焙，热量使咖啡豆内的化合物发生一系列的物理变化和化学变化，将生豆中的淀粉转变为糖和酸性物质，糖、蛋白质有部分降解为挥发性物质，产生焦糖化产物，烘焙开始时糖类有所增加，后来下降，烘焙后糖、蛋白质的含量减少，脂肪酸在不同烘焙程度都显著增加；在咖啡豆表面形成一种芳香的咖啡油，同时，水分和碳水化合物则蒸发掉；热解反应使生咖啡豆的有机化合物发生裂解，产生焦糖、挥发性酸、挥发性羰基和硫酸盐等化

合物，形成咖啡特有的芳香风味。

1. 碳水化合物的变化

碳水化合物分为单糖、双糖和多糖。单糖为结构最简单的糖类，能溶于水，有甜味，包括葡萄糖、果糖、甘露糖、阿拉伯糖和半乳糖。双糖由两个单糖分子脱水而成，蔗糖（即由葡萄糖和果糖构成，但不属于还原糖）、麦芽糖和乳糖均为双糖。多糖由十个以上单糖分子聚合而成，是庞大的糖类物质，难溶于水，无甜味，是小粒种咖啡豆木质纤维素的主要成分。小粒种咖啡豆的蔗糖浓度占豆重的6%～9%，是中粒种（罗巴斯塔种3%～5%）的两倍。蔗糖含量与咖啡风味正相关，即蔗糖含量越高，咖啡越好喝。咖啡的糖分主要以蔗糖形式储存，咖啡鲜果成熟后，蔗糖含量最高，未成熟或有缺陷的咖啡鲜果，其蔗糖含量相对较低。

生咖啡豆所含的蔗糖在烘焙过程中会使风味增甘苦、添浓香，更是合成酸香物的助手，非常重要。

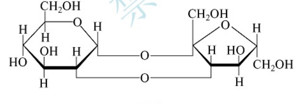
（1）咖啡烘焙的焦糖化反应

糖类尤其是单糖在没有氨基化合物存在的情况下，加热到熔点以上的高温（一般为140～170℃），发生脱水与降解，这种反应称为焦糖化反应，又称卡拉蜜尔作用。焦糖化反应主要有两类产物：一类是糖的脱水产物，即焦糖或酱色；另一类是裂解产物，即一些挥发性的醛、酮类物，它们进一步缩合、聚合最终形成深色物质。

各单糖因熔点不同，其反应速度也不同，葡萄糖的熔点为146℃，果糖为95℃，麦芽糖为103℃。因此，果糖引起焦糖化反应最快。

① 焦糖的形成（以蔗糖形成焦糖为例）。

第一阶段。蔗糖熔融，继续加热，当温度达到约200℃时，经约35min的起泡，蔗糖失去一分子水，生成异蔗糖酐，其无甜味而具有温和的苦味。



异蔗糖酐

第二阶段。生成异蔗糖酐后，起泡暂时停止。而后又发生二次起泡现象，持续时间比第一阶段长，约为55min，在此期间失水量达9%，形成的产物为蔗糖酐，平均分子式为$C_{24}H_{36}O_{18}$。反应式为

$$2C_{12}H_{22}O_{11}-4H_2O \longrightarrow C_{24}H_{36}O_{18}$$

第三阶段。第二阶段起泡55min后进入第三阶段，进一步脱水形成焦糖稀。反应式为

$$3C_{12}H_{22}O_{11}-8H_2O \longrightarrow C_{36}H_{50}O_{25}$$

焦糖稀的熔点为154℃，可溶于水。若继续加热，则生成高分子量的深色物质，称为焦糖素，分子式为$C_{125}H_{188}O_{80}$。这些复杂色素的结构目前尚不清楚，但具有如下官能团：羰基、羧基、羟基和酚基等。

② 热降解产物的产生（糠醛和其他醛的形成）。糖在强热下的另一类变化是裂解、脱水

等，形成一些醛类物质，因这类物质性质活泼，故被称为活性醛。如单糖在酸性条件下加热，脱水形成糠醛或糠醛衍生物。它们经聚合或与胺类反应，可生成深色的色素，随着条件的不同，反应最终形成的物质种类也有差别。单糖在碱性条件下加热，先起互变异构作用，生成烯醇糖，然后断裂生成甲醛、五碳糖、乙醇醛、四碳糖、甘油醛、丙酮醛等。这些醛类经过复杂缩合、聚合反应或发生羰氨反应生成黑褐色的物质。

小粒种咖啡豆的碳水化合物（糖分）在170～205℃进行焦糖化反应，蔗糖脱水后，释放水汽与二氧化碳，蔗糖颜色由无色结晶转变为褐色，并产生芳香物质二乙酰。此外，焦糖化还衍生出上百种重要芳香物质，包括呋喃类、麦芽醇等。

焦糖化作用得当，可使咖啡得到悦人的色泽与风味。咖啡焦糖化过度或不足都会对咖啡的风味产生影响，在烘焙时炉温太低或失温造成焦糖化不完全，使咖啡喝起来呆板乏香没有深度；烘焙温度高、时间长，焦糖化过度则形成碳化，大幅度增加苦味，得不偿失。

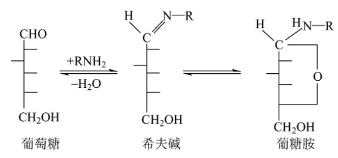
（2）咖啡烘焙的美拉德（Maillard）反应

美拉德反应指含羰基化合物（如糖类等）与含氨基化合物（如氨基酸等）通过缩合、聚合而生成类黑色素的反应。此类反应得到的是棕色的产物且不需酶催化，故也将其称为非酶褐变。

美拉德反应并非单一的化学反应，是一个非常复杂的过程，是氨基化合物与葡萄糖、果糖、乳糖、麦芽糖等，在持续加热过程中，相互进行的一连串复杂的降解与聚合作用，生成的芳香物与化合物又在持续加热与水分变化下，再度降解、聚合，经历亲核加成、分子内重排、脱水、环化等步骤，产生更多芳香化合物，并使颜色更深。美拉德反应过程可分为初期、中间和末期三个阶段，每个阶段包括若干个反应。

① 初期阶段。美拉德反应的初期阶段包括两个过程，即羰氨缩合与分子重排。

a. 羰氨缩合。单糖类物质可以和含伯氨基类物质（如氨基酸）发生羰氨缩合反应而得到希夫碱，希夫碱通过分子内环化转化为稳定的环状结构的产物——葡糖胺，反应过程如下。

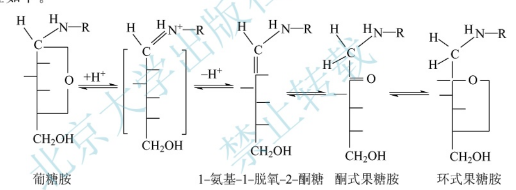


其中的两步均为亲核加成类型的反应。第一步为氨基N对醛基亲核加成，经脱水形成希夫碱；第二步为5-OH对C═N双键亲核加成形成环状的葡糖胺产物。希夫碱的稳定性较差，因此第二步反应倾向于形成葡糖胺。酸性条件不利于反应的进行（降低氨基亲核性），碱性可促进此反应的发生。如果体系中存在可以转化希夫碱或使葡糖胺不能形成的物质，则可抑制美拉德反应的发生，如存在亚硫酸盐。

CHO　+RNH$_2$ / −H$_2$O　CH$_2$OH　葡萄糖　希夫碱　葡糖胺　+NaHSO$_3$　SO_3Na　NHR

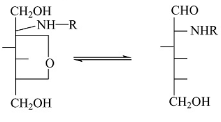
亚硫酸氢钠与葡萄糖的反应为亲核加成反应，而加成产物与伯胺的反应则为亲核取代反应。

b. 分子重排。上步产物葡糖胺酸性条件下可以发生阿姆德瑞重排而转化为环式果糖胺，反应过程如下。



此过程包括了两个重排步骤，第一个是在酸的存在下葡糖胺经环的破坏而导致的 2 - C 上脱氢的重排过程，可看作分子内的 1,3 -重排；第二步是 1 -氨基- 1 -脱氧- 2 -酮糖的烯醇式和酮式的重排过程。

果糖也能发生类似于 A、B 两个过程的反应，经 A 反应得到的是果糖胺，而果糖胺发生海因斯重排得到 2 -氨基- 2 -脱氧葡萄糖。重排过程如下。



果糖胺　2–氨基–2–脱氧葡萄糖

此重排过程即质子化破坏环状结构，1 - C 失氢变为烯醇式，烯醇式与酮式重排形成产物。

② 中期阶段。初期阶段重排得到的酮式果糖胺在中期阶段反应的主要特点是分解。分解过程可能有不同的途径，已经研究清楚的有以下三个途径。

a. 脱水转化成羟甲基糠醛。这种途径经历五步反应，其中有三步脱水、一步加水，总的结果是脱去二分子的水，最后生成环状的产物。其过程如下。

酮式果糖胺　烯醇式果糖基胺　希夫碱　3-脱氧奥苏糖　不饱和奥苏糖　羟甲基糠醛

第一步为烯醇式与酮式的互变异构；第二步可看作在酸的作用下，3－C 上的羟基脱水，形成碳正离子，碳正离子发生分子内重排，通过失去 N 上的质子而形成希夫碱；第三步又是烯醇式和酮式的重排得到 3－脱氧奥苏糖；第四步 3,4－C 之间发生消去反应形成烯键；最后一步是 5－C 上的羟基与 2－羰基发生半缩酮反应而成环，然后消去一分子水形成糠醛。

此机理中胺类化合物离去得到的是羟甲基糠醛，也可以不离去 RNH_2，得到羟甲基糠醛的希夫碱，即胺仍然连在醛基上。所得到的羟甲基糠醛是食品褐变的重要的中间产物，检测这种物质就可以预测褐变的速度。

b. 脱去氨基重排形成还原酮。此过程如下。

酮式果糖胺　还原酮

其中第一步为烯醇化的过程；第二步为脱去 RNH_2，分子内重排；第三步为烯醇式转化为酮式；最后一步是 3,4－C 之间的烯醇化。

还原酮是活泼的中间产物，可以继续脱水，也可以与胺类化合物反应，还可分解为较小的分子，如乙酸、丙酮醛、丁二酮（二乙酰）等。

c. 二羰基化合物与氨基酸的反应。这是中间阶段一个不完整的途径，即利用前面两个途径中生成的二羰基类中间产物（如 a 中的 3－脱氧奥苏糖、不饱和奥苏糖，b 中的还原酮等），与氨基酸类物质发生反应。在此过程中，氨基酸发生脱羧、脱氨，自身转化为少一个 C 的醛类化合物，而二酮接受氨转化为褐色色素。此过程简单表示如下。

RCHCOOH → $RCHO + CO_2$

→ 褐色色素

由于此途径中有二氧化碳释放，因此可以通过检测食品中二氧化碳的释放来监测美拉德反应的发生。

③ 末期阶段。以上两个阶段并无深色物质形成，但可以看出前两个阶段尤其是中间阶段得到的许多产物及中间产物（如糠醛衍生物、二酮类等），仍然具有高的反应活性，这些物质可以相互聚合而形成分子量较大的深色物质。

④ 影响美拉德反应的因素。美拉德反应的机制十分复杂，不仅与参与的糖类等羰基化合物及氨基酸等氨基化合物的种类有关，同时还受到 pH、反应物浓度、含水量及含脂肪量、温度、金属离子等环境因素的影响。

a. 羰基化合物的种类。首先需要肯定的是，并不只是糖类化合物才发生美拉德反应，存在于食品中的其他羰基类化合物也可能导致该反应的发生。

在羰基类化合物中，最容易发生美拉德反应的是 α,β-不饱和醛类，其次是 α-双羰基类化合物，酮类的反应速度最慢。原因可能与共轭体系的扩大而提高了亲核加成活性有关。但像抗坏血酸那样的还原酮类有烯二醇结构，具有较强的还原能力，而且在空气中也易被氧化成为 α-双羰基化合物，故易褐变。

还原糖的美拉德反应速度：五碳糖中，核糖＞阿拉伯糖＞木糖；六碳糖中，半乳糖＞甘露糖＞葡萄糖，并且五碳糖的褐变速度约是六碳糖的 10 倍。至于非还原性双糖（如蔗糖），因其分子量比较大，故反应比较缓慢。

b. 氨基化合物的种类。同样，能够参加美拉德反应的氨基类化合物也不局限于氨基酸，胺类、蛋白质、肽类均具有一定的反应活性。一般地，胺类反应的活性大于氨基酸；而氨基酸中，碱性氨基酸的反应活性要大于中性或酸性氨基酸；氨基处于 ε 位或碳链末端的氨基酸其反应活性大于氨基处于 α 位的。

c. pH。受胺类亲核反应活性的制约，碱性条件有利于美拉德反应的进行，而酸性环境，特别是 pH＜3 的酸性环境可以有效地防止反应的发生。

d. 反应物浓度、含水量及含脂肪量。美拉德反应速度与反应物浓度成正比；完全干燥的情况下美拉德反应难以发生，含水量在 10%～15%时容易发生；脂肪含量特别是不饱和脂肪酸含量高的脂类化合物含量增加时，美拉德反应容易发生。

e. 温度。美拉德反应受温度的影响很大，温度相差 10℃，反应速度相差 3～5 倍。一般在 30℃以上反应速度较快，而 20℃以下则反应速度较慢。

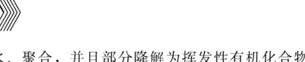
f. 金属离子。许多金属离子可以促进美拉德反应的发生，特别是过渡金属离子，如铁离子和铜离子。

从营养的角度来看，美拉德反应会造成氨基酸等营养成分的损失。而从风味角度来看，对于咖啡的烘焙，为了增加色泽和香味，在加工处理时适当利用美拉德反应是十分必要的。

就咖啡而言，科学家已经通过美拉德反应分离出两百多种化合物，其中重要的芳香化合物是糖苷胺、糖醛和黑精素。这些都是在 185～240℃烘焙过程中，氨基酸与碳水化合物进行复杂反应生成的。黑精素是美拉德反应的末端产物，也是烘焙咖啡豆的色素。它是一种抗氧化物，成分较复杂，碳水化合物占 30%，蛋白质占 9%，多粉占 33%～43%，溶于水，是咖啡饮料的重要成分之一。近年来科学家发现，咖啡 10%的苦味来自美拉德反应。

由上述得出，咖啡的色、香、味，大部分要靠焦糖化和美拉德两大化学反应来完成。

生咖啡豆的蔗糖含量约为 7%。烘焙时，在热解中温度上升，蔗糖先脱水，接着水解为



还原糖，随后还原糖脱水、聚合，并且部分降解为挥发性有机化合物、水和二氧化碳。烘焙时戊聚糖部分降解产生糠醛，而在轻度烘焙的咖啡中糠醛含量最高。糠醛具有特有的谷物香味。淀粉和糊精在烘焙、高温下发生变化。高温使部分淀粉和糊精焦糖化，甚至碳化。纤维素、半纤维素和木质素同细胞壁的结构密切相连，在烘焙中不发生显著变化。

2. 蛋白质的变化

生咖啡豆含11%～13%的蛋白质，蛋白质在咖啡豆烘焙过程中产生的水解产物对其风味有影响，组成蛋白质的氨基酸也在咖啡豆烘焙中产生重要的美拉德反应。蛋白质对烘焙咖啡豆在色、香、味及组织结构等方面具有重要意义。

蛋白质是由氨基酸按各种不同顺序排列结合成的高分子有机物质；组成蛋白质的基本单元是氨基酸，自然界中氨基酸的种类很多，组成蛋白质的氨基酸约为20种。蛋白质含有碳、氢、氧和氮等元素，大多数还含有硫，一些蛋白质含有磷，在少数情况下还含有少量铁、锌、锰、铜等元素。各种蛋白质的分子量相差很大，从一万多至几十万或几百万甚至上千万。蛋白质是生物体内必不可少的重要成分，不仅是构成生物体的基本物质之一，而且在生命活动中具有重要的作用，还有营养功能，在咖啡烘焙过程中起到重要作用。

蛋白质一般由一条肽链、上百个氨基酸，即成千上万个原子组成，分为一、二、三、四共四级，其中二、三、四级均属于蛋白质的三维空间结构或构象。蛋白质的一级结构，专指多肽链中氨基酸（残基）的排列的序列。蛋白质一级结构的重要性之一是由于其序列中不同氨基酸侧链R的大小、性质不同，决定着肽链折叠盘曲形成不同的空间结构和功能。蛋白质的二级结构是指多肽链中相邻氨基酸残基形成的局部肽链空间结构，是其主链原子的局部空间排布；蛋白质分子的空间结构有一些共同的规律可遵循，其中二级结构主要是周期性出现的有规则的α-螺旋、β-片层、β-转角、π-螺旋和无规则卷曲等几种二级结构单元，并且这些有序的二级结构单元，主要是靠氢键等非共价键来维持其空间结构的相对稳定的。蛋白质的三级结构是指整条多肽链中的所有氨基酸残基，包括相距甚远的氨基酸残基主链和侧链所形成的全部分子结构；自然界大多数蛋白质都是由一条肽链组成的，因此相对稳定的三级结构就是其特征性的空间结构；不同蛋白质有不同的一级结构，因此折叠形成不同的三级结构，赋予它们不同的生理功能。蛋白质的四级结构是指各具独立三级结构多肽链再以各自特定形式接触排布后，结集所形成的蛋白质最高层次空间结构；在蛋白质四级结构中，各具独立三级结构的多肽链称为亚基。亚基数目、种类和空间排布方式各不相同。自然界蛋白质的亚基组成数目多为偶数，可以由相同或不同的亚基组成。亚基多以对称的方式结合排布，并由非共价键彼此相互连接。并不是所有蛋白质分子都具有四级结构。大多数蛋白质都只由一条肽链组成，具有三级结构就有生理活性了。只有一部分分子量更大或具有调节功能的蛋白质，才具有四级结构，它由几条肽链组成，从而赋予它特殊的别构作用。热处理对蛋白质的结构影响较大，影响的程度取决于加热时间、温度、湿度及有无还原性物质等，热处理涉及的化学反应有变性、分解、氨基酸氧化、氨基酸键之间的交换、氨基酸新键的形成等。

烘焙会导致蛋白质的一级结构改变，蛋白质分子的肽链发生热解，释放出碳酰和胺，也释放出大量硫酸，但很难存在于咖啡豆中。蛋白质在水解时释放出硫酸甲酯和甲基硫醇，也产生氨基酸。随着烘焙时间的进程，引起含硫蛋白质的分解。烘焙使蛋白质对咖啡风味产生影响：一是在烘焙期间氨基酸和碳水化合物起反应，聚合并产生黑色的焦糖化产物，还产生胺，这使得许多烘焙咖啡具有鱼腥味和胺味；二是蛋白质的不溶性粒子和脂类物质结合在一

起，形成粉状的咖啡胶体微粒，从而引起咖啡混浊。

3. 有机酸的变化

有机酸是植物光合作用与新陈代谢的重要产物，对植物细胞生长很重要，也储存在咖啡豆里。除了蔗糖与蛋白质外，咖啡豆的有机酸在烘焙时，经历一连串降解与聚合，产生复杂又迷人的酸香物质，对咖啡滋味的形成起到画龙点睛的作用。科学家已经从生咖啡豆中分离出一百多种酸性化合物，其中对咖啡风味影响最大的有机酸是绿原酸、奎宁酸、醋酸、柠檬酸、苹果酸、乳酸。小粒种咖啡豆烘焙前后有机酸的增减情况见表 4-2。

表 4-2　小粒种咖啡烘焙前后有机酸的增减情况（占物体净重百分比）

有机酸	生　豆	熟　豆
绿原酸	5.5～8	4～4.5（浅至中烘焙）
		1.2～2.3（法式烘焙）
奎宁酸	0.3～0.5	0.6～1.2
醋酸	0.01	0.25～0.34
甲酸	微量	0.06～0.15
乳酸	微量	0.02～0.03
柠檬酸	0.7～1.4	0.3～1.1
苹果酸	0.3～0.7	0.1～0.4

（资料来源：韩怀宗，2013. 咖啡学：秘史、精品豆与烘焙入门 [M]. 北京：化学工业出版社.）

咖啡酸味有两种，一种是明亮活泼、令人愉悦的“香酸”，另一种是尖锐呆板、酸而不香的“死酸”。香酸入口会有开花的惊喜，而死酸入口就像喝醋一般难以下咽。咖啡豆有香酸和死酸两种成分，如何将香酸最大化，死酸最小化，就成了烘焙师慧眼选豆、妙手催香的绝活。

在烘焙过程中，酸类的形成和分解同时发生，使轻度烘焙咖啡具有较高的 pH（6.0 左右），味道较差。在这个阶段，酸类的分解比形成要快。如继续烘焙，则 pH 可达 4.9。应该指出的是烘焙适度的咖啡的 pH 为 5.1，而炒焦的咖啡的 pH 为 5.3。

（1）绿原酸

绿原酸化学名为 3-咖啡酰奎尼酸，属酚类化合物，是一种重要的生理活性物质。从结构来看，绿原酸是咖啡酸的葡萄糖酯，比具有相似分子结构的抗氧化剂（如咖啡酸、阿魏酸、芥子酸等）有更好的生物代谢功能。绿原酸是酚类抗氧化剂，研究表明，绿原酸能快速地消除羟基自由基。除了抗氧化性外，绿原酸还具有抑制和杀灭多种致病菌和病毒、抗肿瘤、抑制突变、保肝利胆、降血压、降血脂等功能。在自然界中绿原酸含量最高的植物是咖啡。绿原酸是咖啡豆中含量最丰富的有机酸，属于涩嘴苦口的死酸。咖啡豆中的绿原酸含量与咖啡因正相关，即绿原酸含量越高，咖啡因含量也越高，但是值得注意的是，绿原酸并非单一化合物，其至少存有六种异构体，有两种异构体与咖啡风味密切相关，其中一种在烘焙时几乎完全降解，另一种大多数会留在熟豆里，是咖啡苦涩味的重要来源。咖啡豆的绿原酸含量虽高，却不耐火，大多数在烘焙过程中分解。浅烘焙至中深烘焙（即烘焙的一爆至二爆之间），约 50%的绿原酸会降解成奎宁酸和咖啡酸，使咖啡有酸涩味；如果继续烘焙下去，进入极深烘焙，80%的绿原酸会降解。

小粒种咖啡豆的绿原酸含量为5.5%～8%，中粒种的含量为7%～10%。绿原酸虽不利于咖啡风味，却是强抗氧化合物，有助于人体抗癌，也是清咖啡含量最丰富的有机酸。1000mL咖啡含有约1000mg的绿原酸，比绿茶的绿原酸含量高很多。

另外，绿原酸降解物之一是咖啡酸，属于酚酸一族，略带涩味，也是抗氧化物，每200mL咖啡含35～175mg咖啡酸。

（2）奎宁酸

奎宁酸在生咖啡豆的含量为0.3%～0.5%，烘焙时绿原酸持续降解为奎宁酸使其含量逐渐增加，最后在熟咖啡豆中奎宁酸的含量为0.6%～1.2%，即烘焙后奎宁酸的含量是烘焙前的两倍以上。在烘焙过程中进入二爆后奎宁酸的含量达到最大值，进入二爆中后段持续烘焙下去，奎宁酸会急速降解为芳香成分苯酚、儿茶酚、对苯二酚和焦酚，使得深烘焙与浅烘焙咖啡的风味明显不同。可见奎宁酸在烘焙过程中相当稳定，除非进入不寻常的重深烘焙，否则奎宁酸不会轻易分解。

奎宁酸到底是死酸还是活泼的香酸，有两种说法。克拉克认为，过多的奎宁酸会造成深烘焙咖啡豆的苦涩味，而且奎宁酸也是咖啡煮好后，久置保温瓶中会出现酸涩味的元凶；美国精品咖啡协会的研究报告中指出，奎宁酸属于水溶性酸，会全数溶于水中，除了增加醇厚度外，也会增加咖啡的杂度和明亮感。

另外，咖啡泡好放凉，酸味会增强，也和奎宁酸有关，因为无酸味的奎宁内酯会水解为奎宁酸而增加酸味。对一杯黑咖啡进行有机酸测定分析发现，奎宁酸仅次于绿原酸，每1000mL咖啡约含450mg奎宁酸。

（3）柠檬酸和苹果酸

柠檬酸和苹果酸同属咖啡树新陈代谢的产物，储存在生咖啡豆里，柠檬酸和苹果酸的含量随着烘焙的进程而递减；生咖啡豆在烘焙时，失重达9%，即一爆阶段，柠檬酸和苹果酸就开始降解，继续烘焙至失重比达14%～15%，即一爆结束二爆前，柠檬酸和苹果酸消失达50%，进入二爆末期，即咖啡豆失重比达20%～22%，柠檬酸和苹果酸仅剩30%左右，这也是咖啡豆深烘焙后，果酸味减少的原因之一。

柠檬酸和苹果酸属于非挥发性的饱和碳酸，也就是说，这两种酸香味不会在烘焙时挥发消散在空气中，不是只闻得到却喝不到的酸香物。残余的柠檬酸和苹果酸会全部溶入咖啡液中，对增加酸香度非常重要；但是柠檬酸和苹果酸的含量不宜过高，以免咖啡口感太尖锐，要注意的是，青涩咖啡果其咖啡豆的柠檬酸含量较高，口感尖酸涩口，有损咖啡的品质；反观成熟的咖啡果，咖啡豆中大部分柠檬酸转化为糖分与果香，成为香酸。在生咖啡豆里柠檬酸和苹果酸相比，苹果酸的含量低于柠檬酸，一般将苹果酸归类为香酸，咖啡豆经过烘焙后苹果酸含量降低，只有0.1%～0.4%。

（4）乙酸和乳酸

生咖啡豆里乙酸和乳酸的含量非常低，在烘焙后产生乙酸和乳酸，生咖啡豆中乙酸的含量为0.01%，烘焙至一爆初，其含量为0.25%，一爆结束前的咖啡，喝起来醋味感强烈，与乙酸含量密切相关，继续烘焙，属于挥发性脂肪酸的乙酸会很快减少或挥发。

科学家研究发现，糖分对提升咖啡的酸香味也有贡献。乙酸、乳酸、甘醇酸和甲酸都是蔗糖在烘焙中产生的香酸。咖啡豆里的糖分遇热很不稳定，低分子量的糖类在烘焙过程中分解生成30多种有机酸及数百种挥发性化合物。科学家在生咖啡豆中添加蔗糖、葡萄糖和果

糖，进行烘焙，对照组未添加蔗糖、葡萄糖和果糖，进行烘焙，测定烘焙豆，结果发现，添加蔗糖、葡萄糖和果糖组的脂肪酸（包括甲酸、乙酸、甘醇酸和乳酸）浓度明显高于对照组；经过特殊技术鉴定，这些脂肪酸主要是来自蔗糖降解，而不是葡萄糖和果糖。可以认为，生咖啡豆的蔗糖含量与烘焙后的酸香成正比，可以视为咖啡酸味强弱的前期指标之一。

生咖啡豆里几乎不含乙酸、乳酸、甲酸和甘醇酸。此四种酸是烘焙后的产物，但是含量先增后减，即浅烘焙至中度烘焙时，脂肪酸的含量达到最高值，进入中深烘焙后其含量急速减少。

另外，咖啡豆里所含的柠檬酸、甲酸、乳酸、苹果酸、琥珀酸与蜂蜜所含的柠檬酸、甲酸、乳酸、苹果酸、琥珀酸是一样的，这样塑造了烘焙咖啡豆的酸香气味。生咖啡豆的 pH 在 5.7～6.2，经过烘焙后，衍生出上百种酸香成分，酸香味更浓郁；小粒种咖啡豆的蔗糖含量高于中粒种咖啡豆，烘焙后 pH 降至 4.8～5.2，此范围的小粒种咖啡最可口，中粒种咖啡豆烘焙后 pH 介于 5.3～5.4，酸香味低于小粒种咖啡。

4. 葫芦巴碱的变化

生咖啡豆含的葫芦巴碱属于生物碱，是咖啡苦味的来源之一，同时也是咖啡诸多芳香物质的前驱成分。小粒种咖啡豆葫芦巴碱的含量为 1%～1.8%，经过烘焙后其香味较好。烘焙过程中，葫芦巴碱降解为许多芳香化合物，包括烟碱酸（或称烟草酸）、吡啶和吡咯（带有焦糖香与蘑菇味）。葫芦巴碱带有苦涩味，烘焙时降解越多，咖啡的滋味越好。

烟碱酸在生咖啡豆中含量很少，每 10g 生咖啡豆含烟碱酸 0.2mg，烟碱酸含量的提高要靠烘焙。在 160℃以上，葫芦巴碱进行脱甲基反应，降解为烟碱酸，烘焙程度越深，咖啡豆的烟碱酸含量越高，烟碱酸含量与咖啡烘焙程度成正比，但是，当豆温达到 232℃时，80%以上的烟碱酸会分解。烟碱酸的形成与温度关系密切，而与烘焙时间的相关性较小，即低温慢炒不容易使葫芦巴碱降解为烟碱酸。

烟碱酸属于水溶性物质，可增强咖啡的明亮度与动感，不同烘焙程度下产生的烟碱酸，都会提升咖啡优雅的风味。带有苦涩味的葫芦巴碱降解的多寡被视为烘焙是否合适的重要指标之一。

5. 咖啡因的变化

咖啡因是咖啡所有成分中最引人注目的。咖啡因属于生物碱，性质和可可内含的可可碱，绿茶内含的茶碱相同，无香带有苦涩味，但是不是咖啡苦味的主要来源。咖啡因的熔点高达 237℃，因此经过烘焙的咖啡豆，其咖啡因会保留下来，并积累在熟咖啡豆中，而且能溶于水中。烘焙程度不同，咖啡因含量不同。

咖啡因会影响人体脑部、心脏、血管、胃肠、肌肉及肾脏等各部位，适量的咖啡因会刺激大脑皮层，促进感觉判断、记忆、感情活动，让心肌机能变得较活泼，血管扩张血液循环增强，并提高新陈代谢机能；咖啡因也可减轻肌肉疲劳，促进消化液分泌。此外，由于咖啡因会促进肾脏机能，帮助将体内多余的钠离子（阻碍水分子代谢的化学成分）排出体外，因此在利尿作用提高的前提下，咖啡因不会像其他麻醉性物或兴奋性物（麻醉药品、油漆溶剂、兴奋剂之类）积在体内，在 2h 左右，便会排泄掉。

6. 脂类的变化

咖啡豆的油脂大部分储存在豆胚内，仅有极少部分以蜡的形式覆盖在豆子表面。小粒种

咖啡豆的脂类含量为15%～17%，其中约有12%在烘焙温度下发生变化。咖啡内含的脂肪分为好多种，而其中最主要的是酸性脂肪和挥发性脂肪。酸性脂肪是指脂肪中含有酸，其强弱因咖啡种类而异；挥发性脂肪是咖啡香气的主要来源。烘焙时，油脂在高温和酸的作用下，75%以三羧酸甘油酯方式存在，19%以脂肪酸的方式存在；脂肪酸分子链较短，所以有一部分挥发；在焙炒中通常细胞结构破裂，释放化学结合油，这种油一旦自由穿过咖啡豆，就能使咖啡豆表面保持湿润。小粒种咖啡大部分的芳香物质存在于咖啡醇和咖啡白醇中。咖啡醇和咖啡白醇是咖啡香味的主要物质。熟咖啡豆的芳香精华全部都在咖啡醇和咖啡白醇的油脂中，质量不到咖啡熟豆的3%。可以认为，如果没有咖啡油脂，咖啡的香味极少。烘焙过的咖啡豆所含的脂肪一旦接触空气，就会发生化学变化，导致咖啡香味变差。

7. 挥发物的变化

产生咖啡香气的挥发物是在烘焙期间形成的，这些产物主要是醛类和酮类，是在加热时碳水化合物分解产生的，其含量约为0.04%，含量较少的硫酸盐是由蛋白质分解产生的，对咖啡香味的影响极为重要。

8. 二氧化碳气体的变化

烘焙时一般是羧酸分子产生二氧化碳，在加热阶段，咖啡豆质量至少有1%转化为二氧化碳，而在焦炒时，二氧化碳气体的含量约达2%。

9. 矿物质的变化

在烘焙期间，咖啡豆中的矿物质从有机化合物中离析出来，并催化热解反应。

（五）咖啡烘焙阶段

在咖啡豆烘焙过程的各个阶段，豆的形状、味道、声音、香气和色泽不同，以此可判别所需要的出炉时间。欧美传统派的咖啡豆烘焙大致分为五个阶段：①脱水阶段；②催火阶段；③一爆降火阶段；④二爆微调阶段；⑤出豆冷却阶段。

1. 脱水阶段

脱水阶段的时间、温度与生咖啡豆的含水量有关，一般生咖啡豆的含水量在10%～12%，此含水量适合烘焙。但是生咖啡豆的含水量会随着贮藏环境的空气相对湿度而增减，如果空气的相对湿度大，生咖啡豆易吸收水分，含水量很可能大于12%。而生咖啡豆在高湿度环境存放过久，生咖啡豆的颜色变暗容易发霉，咖啡容易有发酵味和肥皂味；反之，如果空气的相对湿度低，生咖啡豆内的水分会散逸到环境空气中，生咖啡豆的含水量很可能会低于10%，生咖啡豆颜色变淡，甚至成白黄色，虽然脱水阶段的时间可以缩短，但是烘焙出来的咖啡却不香。显然，生咖啡豆的含水量非常重要，关系到脱水阶段的时间长短。一般来说，新生产出来的生咖啡豆含水量较高，呈青绿色或者绿蓝色；生产出来时间久（1年以上）的生咖啡豆含水量较低，呈淡绿色、白绿色或者淡黄色。含水量大（12%或者略高）的生咖啡豆，脱水阶段的温度要稍高，含水量小（10%或者略低）的生咖啡豆，脱水阶段的温度要稍低。

生咖啡豆入炉后，炉温开始大幅度下降，这是吸热阶段，即脱水阶段，生咖啡豆的水分在此阶段去除。生咖啡豆内的水分分为自由水和结合水，生咖啡豆加热后，自由水在咖啡豆内迁移，同时起到导热的作用，把热均匀地传递到咖啡豆，在热力作用下咖啡豆的自由水从咖啡豆表面扩散到烘焙炉，此时的脱水是以热量去除生咖啡豆内的自由水，咖啡豆的含水量

下降，为结合水起化学反应积累能量。

脱水阶段的温度高低直接影响脱水速度的快慢。脱水速度太快或太慢，都不利于化学反应。脱水速度太快，有的化学反应未完成、中间产物未形成，香气不足，口感平淡；脱水速度太慢，有的化学反应并不能较好地启动，化学反应产物少，口感和香气不好。

脱水阶段是否完成可从咖啡豆的颜色和味道来判断，生咖啡豆受热后水分逐渐蒸发，叶绿素和花青素开始变化，咖啡豆从最初的青绿色或绿蓝色，先转为淡绿色或绿白色，再转变为绿黄色、淡黄色，接着转变为黄色，当咖啡豆的颜色转变为黄色时，抽出取样勺闻味道，咖啡豆已经闻不到生的青草味和谷物味，并有烤面包味，此时可以断定脱水已经基本完成。

2. 催火阶段

咖啡豆经过脱水后，豆粒不再坚硬，稍微变软，此时开始升温，为下一阶段的焦糖化和美拉德反应创造良好的温度环境，如果在此时的温升不够，即咖啡豆得到的热量不足，就要延长烘焙时间，否则焦糖化和美拉德反应不理想，烘焙的咖啡风味不好。所以此阶段火力不能太小，一般用中火力，大火只适用于在烘焙前半段使用，后半段再加火升温，只会增加焦苦味或者造成咖啡豆颜色不均一。

3. 高温分解（一爆降火阶段、二爆微调阶段）

催火阶段结束，咖啡豆温度上升，进入焦糖化和美拉德反应，所需要的温度环境为160～205℃（焦糖的熔点在186℃左右）；生豆的内部由吸热转为放热，出现第一次爆裂声，在爆裂声之后，又会转为吸热，这时咖啡豆内部的压力极高，可达到25个大气压力，在高温与高压的作用下，豆粒的组织质构发生变化，生咖啡豆的化合物发生分解、断裂、接合形成新的化合物，造就咖啡的口感与味道。一爆结束，依据需要烘焙的程度进行下一步工作，如果需烘焙程度浅，可以停火出锅；如果需烘焙程度深，则继续微加火，使咖啡豆吸热，准备二爆。到了190℃左右，吸热与放热的转换再度发生，高温裂解作用仍持续发生，咖啡豆由褐色转变为深褐色，渐渐进入重深烘焙的阶段。

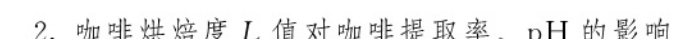
4. 出豆冷却阶段

咖啡豆烘焙后，一定要立即冷却，迅速停止高温裂解作用，将风味锁住。否则，豆内的高温会继续发生作用，导致芳香物质分解过多，焦糖化严重，香气层次感差，焦苦味过重。冷却的方式有两种：气冷式和水冷式。气冷式需要大量的冷空气，在3～5min内迅速为咖啡豆降温。在烘焙完成时，豆子被送入托盘，此时托盘底部的风扇立刻启动，吹送冷风，并由搅拌浆翻搅咖啡豆，进行冷却。水冷式的冷却速度慢，但干净而不污染，能较好地保留咖啡的香醇，为精选咖啡业者所采用。

（六）烘焙对咖啡豆的影响

1. 烘焙条件对咖啡豆结构的影响

在170℃/200℃及90℃/105℃的恒温下对生咖啡豆进行热处理，以分别模拟焦炒、轻度烘焙和干燥过程。由于生咖啡豆的最大破碎强度和韧度与部分增塑有关，因此在干燥与烘焙过程中，水分是影响力学性能的主要因素。烘焙条件及湿度影响咖啡豆的结构，特别是被称为“高效率”烘焙的加热条件（240℃/4min＋190℃/16min）。这些因素使咖啡豆强度小、韧性差及可变形性小即易碎。



2. 咖啡烘焙度 L 值对咖啡提取率、pH 的影响

为研究咖啡研磨粉与烘焙度的关系，对咖啡研磨粉用色差仪进行色值的测定，并对不同烘焙度的咖啡研磨粉进行提取工艺实验。采用七种烘焙度的咖啡研磨粉，在同样提取工艺的条件下，测定提取液的可溶性固形物和 pH，分别计算每次咖啡提取率。表 4－3、图 4－9 和图 4－10 表明，咖啡烘焙度对咖啡提取率有很大的影响，烘焙度 L 值越小，咖啡提取率越高；烘焙度 L 值越小，咖啡提取液 pH 越大，酸味物质减少。

表 4－3　不同烘焙度的咖啡研磨粉对咖啡提取率和提取液 pH 的影响

烘焙度 L 值	提取液质量/g	可溶性固形物/(%)	咖啡提取率/(%)	pH
28.1	2380.4	2.2	26.2	5.82
31.8	2376.4	2.14	25.4	5.81
35.3	2382.8	1.89	22.5	5.76
40.5	2376.4	1.71	20.3	5.53
43.8	2375.3	1.54	18.3	5.32
47.1	2374.8	1.39	16.5	5.24
51.7	2378.7	1.32	15.7	5.11

注：热水温度为 95℃，咖啡粉与水之比为 1∶18；L 值越大，咖啡烘焙越浅，相反烘焙越深。

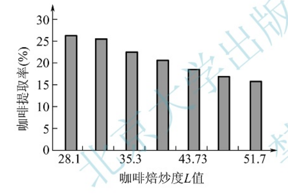


图 4－9　咖啡烘焙度对咖啡提取率的影响

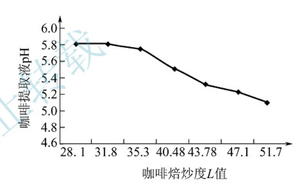


图 4－10　不同咖啡烘焙度对咖啡提取液 pH 的影响

3. 咖啡烘焙度 L 值对口味喜好度的影响

用不同烘焙度咖啡研磨粉的提取液（折算成相同的咖啡固形物）制备饮料样品，得表 4－4。从表 4－4 可以看出，烘焙度越高，口味喜好度不一定越高，而是烘焙度 L 值在 31.8～40.5 的样品口味喜好度得分较高。

表 4－4　不同咖啡烘焙度对口味喜好度的影响

焙炒度 L 值	口味喜好度评分（7 分制）
28.1	5.0
31.8	6.5
35.3	7.0
40.5	6.5
43.8	5.0
47.1	4.5
51.7	3.5

三、小粒种咖啡烘焙工艺

咖啡豆的烘焙是一种高温和焦化的作用。它彻底改变了生豆内部的物质，产生新的化合物，并重新组合，形成香气与醇味。这种作用只会在高温时发生，如果只使用低温，则无法造成分解作用，不管烘焙得再久都烘不熟咖啡豆。烘焙能创造出咖啡独特的色泽、风味与芳香。优质的烘焙是指能将生咖啡豆具有的香味、酸味、苦味成分巧妙地表现出来。

在影响一杯咖啡味道的因素中，除了生咖啡豆与生俱来的品质外，绝大部分取决于烘焙。烘焙咖啡豆是制作咖啡最重要也是最基本的条件。好的烘焙可以将生咖啡豆的个性发挥到极致并最大限度地减少缺陷味道的出现，反之不恰当的烘焙则会完全毁掉好的咖啡豆。在烘焙咖啡豆时不仅要取得最高焦糖化，最少的碳化，而且要注意声音、颜色和味道的变化，因此烘焙技术是一项很复杂的技术。

由于烘焙过程中温度、热量等微小的变化便会改变咖啡的味道，不同的咖啡豆又具有不同的特点，而且烘焙是一项在短时间内快速操作的工作，因此要掌握相关的烘焙原理，把握生咖啡豆的特点，并且要准确预估烘焙过程并适时调整。

（一）小粒种咖啡豆烘焙工艺流程

小粒种咖啡豆烘焙工艺流程：清理→（手选）→（拼配）→烘焙→冷却→手选→包装。

（二）小粒种咖啡豆烘焙前的清理或者手选

1. 清理生咖啡豆

清理即用风力和振动去除咖啡豆中混杂的灰、泥土、小石子、金属等多种杂质。清理过程一般在专用机械上进行，也可手工挑选，再让咖啡豆通过大小不同的筛网，将其按大小分级。另外，还可用色度计来监测未成熟、过成熟的咖啡豆，即挑出颜色过浅或过深的咖啡豆，用紫外光挑选并去除腐烂的咖啡豆。

2. 手选生咖啡豆

手选即去除混在咖啡豆中的杂质与不良豆子。咖啡豆中常会混入异物，如石头、木片、金属片、土粒、树上的干果实等，有时还有硬币和玻璃片。使用专门的机器有时无法完全将杂质清除干净，必须依靠人工进行挑选。

若没有将咖啡豆中的小石头或玻璃碎片等杂质去除干净，会伤害烘焙机或研磨机，虽然在前面的加工工序中已经进行了除石去杂、色选，但是在烘焙前要再进行手选。

烘焙咖啡时混入较多的瑕疵豆，会使咖啡成品出现颜色斑驳的情况。与正常的豆子相比，瑕疵豆氧化的速度异常迅速，有时烘焙过后会出现浅色豆或者斑点豆。

手选前先准备手选用的托盘（托盘有两种：一种是生豆专用的无光泽黑色托盘；一种是烘焙豆专用、贴有无光泽褐色绵纸的托盘，要手选大量豆子时，这样的托盘能使眼睛不疲劳），然后按要求进行手选。

（1）手选顺序

手选先拣出生咖啡豆中的小石头等杂质，再挑选瑕疵豆。

取适量的生咖啡豆摊放在托盘上，用双手食指与中指将托盘上的生咖啡豆均分为五等份。少量地进行手选，较不易遗漏杂质和瑕疵豆，也比较容易集中注意力将生豆挑选至无杂

质和瑕疵豆。

手选时不要只盯着豆子的一面看，要将豆子拿起来检查它的颜色与形状，目光由右边向左边移动，不断重复同样的步骤直到将瑕疵豆挑除干净。

（2）瑕疵豆挑选

瑕疵豆的挑选顺序为颜色→光泽→形状。

① 颜色不同的豆子。根据颜色挑选的基准，将相同颜色的豆子挑选放在一起。

② 光泽不同的豆子。可以根据光泽挑选，挑除死豆与未成熟豆。

③ 形状不同的豆子。贝壳豆等对味道的影响较轻微，所以放在最后挑选。

挑选瑕疵豆时用两只手一起进行挑选，一开始可以大略挑取，将颜色差异最明显的黑豆先挑除，接着是将无光泽的死豆、发酵豆与未成熟豆集中挑除，最后淘汰形状不同的贝壳豆与虫蛀豆。最难判断的是发酵豆与未熟豆。乍看之下，有的只是稍微偏黄，或者只有很细微的不同，比较难以判断该不该剔除，此时应不假思索地挑除。

（三）小粒种咖啡豆的拼配

小粒种咖啡虽然具有活泼的酸，香气浓郁，醇厚较高，可以作为单品咖啡直接饮用，但是碰到自然灾害（如寒害、干旱等），小粒种咖啡的风味会大大下降。另外，由于海拔高度的影响，大部分的咖啡在风味上都存在或多或少的缺陷。例如，没有特殊的风味、缺乏深度、不够力度或某种味道过于强烈。为了弥补这些不足，把数种具备不同特性的小粒种咖啡豆混合起来，创造出调和而有深度的味道。

拼配小粒种咖啡豆不是随便单纯地把咖啡豆混合在一起，有时两种小粒种咖啡豆的混合反而会互相抑制对方特有的风味。拼配小粒种咖啡豆就好像画家在调色板上调和出迷人的色彩一样，咖啡拼配师能根据小粒种咖啡豆不同的特质调和出诱人的味道。说拼配是一门艺术丝毫不为过，作为艺术家的咖啡拼配师不仅仅需要经验和灵感，更要通过一定的科学计算；艺术品的产生不是偶然，而是长期积累的爆发。

拼配小粒种咖啡豆，一般是用三种或三种以上不同海拔高度或者不同加工方式或者不同品种的咖啡豆，按其酸、苦、甘、香、醇调配成另一种具有独特风味的咖啡。好的综合咖啡调配完成后清香扑鼻、滑润爽口、色泽金黄，是小粒种咖啡中的上品。

1. 小粒种咖啡豆拼配的目的

以商业目的降低成本为出发点，拼配小粒种咖啡豆，可以用本来不很好的小粒种咖啡豆拼配出口味相当不错的小粒种咖啡，以便提高销售利益。拼配小粒种咖啡豆还有一个目的，就是拼配出一种独特的口味。某个品牌所具有的独特口味，会使喜欢这个口味的顾客只到这家去购买，而无法从其他供货商那里获得。拼配咖啡豆还有一个好处，就是无论不同年份不同海拔高度的咖啡口味如何改变，该种拼配咖啡的口味都不会随之有所改变。

2. 拼配的一般步骤和注意事项

在拼配小粒种咖啡之前，首先应了解所用到的小粒种咖啡豆的特性，必须熟知每一种单品咖啡的特性，了解烘焙程度与小粒种咖啡风味之间微妙的关系；其次要清楚希望拼配出的主题是什么，是要让其突现柔和的苦味、鲜明的酸味还是厚重的醇度等，即确定拼配的目标，并且拼配出来的那种咖啡的口味是任何单品咖啡都无法达到的；最后考虑所用到的小粒种咖啡豆的比例，即确定参与拼配的小粒种咖啡豆所担负的任务，用多少量来实现其任务，

由于是用多种小粒种咖啡豆拼配使用，因此必须清楚每种咖啡豆的任务及最终目标。如果拼配出来的咖啡口味不及其中的某一种小粒种咖啡或几种咖啡的口味，那么还不如不拼配。如果拼配所用的小粒种咖啡豆品质相当不错，而拼配出来的咖啡品质与单品一样，那么可以认定拼配失败。

一般拼配小粒种咖啡豆不必使用超过五种咖啡豆，因为如果咖啡豆的种类太多，情况就可能非常复杂，只有专家才不会被那么多不同的咖啡豆搞糊涂。

拼配和烘焙的关系，是先烘焙再拼配，还是先拼配再烘焙，要根据实际情况确定。如果已经有确定的配方，当然最简单的方法就是先把不同的小粒种咖啡豆拼配起来，然后一起烘焙；如果正在尝试和比较不同的拼配成分及相应的比例，当然希望先烘焙好各种咖啡豆，然后做各种尝试，否则每改变一次拼配的成分和比例，就需要再重新烘焙一次。

对于不同的加工方法获得的小粒种咖啡豆，如红蜜处理的小粒种咖啡豆与湿法加工的小粒种咖啡豆，最好是烘焙后再拼配；湿法加工的小粒种咖啡豆与干法加工的小粒种咖啡豆，一定要烘焙后再拼配，因湿法加工的小粒种咖啡豆可以使用不同的烘焙方式，干法加工的小粒种咖啡豆要使用比较高的温度烘焙，若拼配后再烘焙，湿法加工的小粒种咖啡豆会出现黑点或者焦斑，深度烘焙会出现陨石坑，干法加工的小粒种咖啡豆则会出现豆粒膨胀度不够，烘焙好的咖啡豆颜色不均匀；对于不同产地的小粒种咖啡豆，有了拼配的配方，最好是将生咖啡豆拼配后再烘焙；对于产于不同海拔高度的小粒种咖啡豆，有了拼配的配方，烘焙技术好，可以将生咖啡豆拼配后再烘焙。

3. 拼配小粒种咖啡的原则

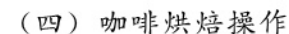
拼配小粒种咖啡豆一般要遵循以下原则。

（1）混合用的原小粒种咖啡豆要求采用各具特性的咖啡豆，避免使用风味相似的咖啡豆。选择原小粒种咖啡豆可以从三个方面考虑：①生豆的处理方法，即生豆是采用湿法处理还是干法处理，因处理方法与小粒种咖啡豆风味有很大的关系；②小粒种咖啡豆生长的海拔高度，海拔高度高的相对来说醇厚度要高点，稍微硬点；③小粒种咖啡豆的风味，指小粒种咖啡豆风味中的酸、苦、甘、醇哪一味比较突出，或各方面比较均衡的中性豆。

（2）参与拼配的小粒种咖啡豆的种类、数量和比例。既然是拼配，自然是指两种以上的小粒种咖啡豆混合，但一种特殊的情况是可以把不同烘焙程度的同种小粒种咖啡豆混合在一起，甚至可以把同种刚烘焙的小粒种咖啡豆与十天前烘焙的小粒种咖啡豆混合，或者将今年生产的小粒种咖啡豆与去年生产的小粒种咖啡豆混合，所以在此拼配混合中所指的种类已经不是狭义的咖啡品种了，而是广义地延伸到咖啡的风味。混合时一般采用2～5种小粒种咖啡豆，过多的小粒种咖啡豆种类会无法表现咖啡独特的风味。

拼配小粒种咖啡豆一般不采取1∶1的拼配比例，因为这样可能会互相抑制对方特有的风味，所以拼配时要有主次之分才能拼配出比单品咖啡更美妙的味道。如果希望拼配出的咖啡味道复杂多变，可以减少主题原豆的比例，反之亦然。

（3）拼配咖啡依赖的是不断的尝试，所以拼配前应该采用数学上组合的方式拟订一个拼配计划表，然后通过“拼配—杯品”的过程来确定最佳配方。不要以为这是一种笨办法，事实上只有靠咖啡拼配师的经验、灵感和如此不厌其烦的尝试才能拼配出一杯好咖啡。



（四）咖啡烘焙操作

咖啡豆未烘焙时闻起来有一股生的青草味。生咖啡豆一般含有10%～12%的水分，当烘焙开始时，这些水分将会从咖啡豆中迁移到外面，当豆粒的游离水分（10%左右）全部蒸发后，豆粒温度略微上升，这时，豆粒中仅仅发生少量化学变化，咖啡风味尚未形成。

随着烘焙的进行，温度的升高，咖啡豆内部的气体与水分会因为要逸散出来而给细胞壁压力，当压力累积到20～25个大气压时便会把细胞壁冲破，这时候会听到爆裂声，此时的温度在190～200℃，此时咖啡豆的颜色呈现稍浅的咖啡色，当豆粒温度保持204℃左右时，由于豆粒内部的热解反应释放出热量，豆粒吸收的热量大大增多。咖啡的风味通过热解作用形成，在热解作用下化合物的降解和合成同时发生，尽管在高温下烘焙，豆粒也不会炒焦，因为热解作用是在细胞内部没有空气的情况下发生的。热解产物有焦化糖、碳水化合物、醋酸及其同系物、醛、酮、糖醛、酯、脂肪酸、胺、二氧化碳、硫酸盐等，所有这些物质决定了咖啡的风味。

随着加热的继续，温度继续升高，咖啡豆的颜色逐渐变深，当温度达到230℃时，咖啡豆会再发出爆裂的声音，此声音细小而且频率比较高，同时咖啡豆表面的膜会脱落，咖啡豆颜色会更深，同时表面开始出现油光。如果继续烘焙，随着加热的继续，温度继续升高至240℃以上，这时咖啡豆的表面就会几乎变成黑色，同时显得非常油腻。热解反应在非常短的时间内发生（0.1s），应在预定的烘焙火候突然停止，这个火候可根据豆粒颜色的变化来确定，在热解反应中，豆粒从浅栗色变为近黑色，同时伴随化学变化。烘焙需要的时间，用连续烘焙机时，需要20min以上。

烘焙好的咖啡豆比生豆的体积要大一倍左右，这是因为豆子在烘焙过程中，产生的水蒸气和二氧化碳在细胞壁上造成压力，但由于细胞壁有很强的韧性，因此豆子只膨胀而不会破裂。

烘焙完成后，要再一次确认是否有瑕疵豆或烧焦的咖啡豆，若有则人工将之去除，再装入瓶或罐中静至一两天。

1. PROBATone 5 咖啡烘焙机的烘焙方法

以云南小粒种咖啡，P2、P3、P4的混合，水分含量为10.5%～11.5%为例，采用PROBATone 5咖啡烘焙机，烘焙生咖啡豆4.00kg，控制温度、火力，烘焙的具体操作如下。

（1）机器升温，将火力调到大火，15～20min，当指示温度达到180～200℃时，将生咖啡豆放入烘焙炉内。

（2）咖啡豆预热，火力为大火，温度急速下降，当温度降低到100℃左右时，炉温开始缓慢升高，此时咖啡豆吸收热量，需要3～5min。

（3）咖啡豆吸收热量后，咖啡豆内的水分不断排除，豆粒边缘出现发白现象，继续脱水，咖啡豆的颜色开始变为淡黄色，此时能够闻到青草味。

（4）8～9min后，咖啡豆的颜色逐渐向深黄色转变，而且豆粒较硬，温度升到170～180℃时，火力略调小。

（5）10min后，一爆开始，温度继续升高，咖啡豆的颜色为浅棕色，火力略微调小，温度达到200℃左右。

（6）一爆结束后，温度继续上升达到210℃左右，咖啡豆的颜色由浅棕色变为深棕色，能够闻到咖啡的香气，此时的咖啡豆酸度较高，香气不足，咖啡豆内含物未很好地转化，需要继续烘焙。

（7）13min后，咖啡豆的颜色为深棕色，基本一致，看咖啡豆已经能明显地感觉到豆粒的体积膨胀得较大，温度达到215℃左右。

（8）准备二爆，咖啡豆进一步吸收热量，温度升高较缓慢，咖啡豆的颜色变化不大，温度约为220℃。

（9）19min后，二爆开始，能够闻到咖啡的香气与一爆结束时有明显的不同，咖啡豆的颜色发生变化，温度略有升高。

（10）21min后，二爆结束，咖啡豆表面有明显的油亮感，豆粒体积膨胀较大，颜色稍带黑色，这时烟与挥发性成分大量排出，温度约为225℃。

（11）进入重深烘焙阶段，23min后停止烘焙，打开卸料口、制冷开关和搅拌浆，咖啡豆进入冷却筛，关闭火力。

2. 富士皇家5kg烘焙机（半热风式）的烘焙方法

咖啡豆为巴拿马SHB，烘焙机为半热风式的富士皇家5kg烘焙机，生豆含水量为9.8%，烘焙生咖啡豆4kg，控制温度、火力，烘焙的具体操作如下。

（1）预热，也就是运转暖气，制气阀调整到“蒸焙”模式（全开的1/4位置），火力由弱火调至中火15～20min，排气温度250～275℃，使烘焙前温度上升至200℃，充分热锅；暖气运转完毕即熄火，等温度下降到预定温度时再重新点火。

（2）锅炉温度达180℃时放入生咖啡豆，在能够掌握火力之前，建议一开始用弱火，若火力过强，在一爆之前就会发生烘焙不均。

（3）之后，排气温度降至150℃左右，这段时间约3min，此时制气阀在“蒸焙”模式。第4min结束后，将制气阀全开，1min内让微尘细屑排出，接着回到“蒸焙”模式，原则上到一爆为止，制气阀都维持在“蒸焙”模式。

（4）咖啡豆颜色由开始的浅绿白色转为青白色，9min左右再转为土黄色，豆粒松软，土黄色变深，继续蒸焙，蒸焙结束时青草味会转为芳香的气味，可以由此推测蒸焙即将结束。

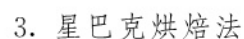
（5）确认蒸焙结束后，即排气温度上升至200℃左右，豆粒的中央线绽开时，将制气阀转至“烘焙”（全开的1/2位置）模式。

（6）19min后，一爆开始，隔着厚厚的铁板可听到爆裂声，甘甜味传出，豆粒开始膨胀，咖啡豆的颜色由土黄色转为褐色。一爆约持续2min，制气阀仍为“烘焙”模式，咖啡豆开始产生皱褶。

（7）22min后，抓准时机将制气阀转至“排气”模式（打开范围为2/3到全开），排气在二爆前进行，排出挥发性成分与烟。

（8）23min后开始二爆。咖啡豆会爆裂声比一爆时小，豆粒膨胀成大颗粒，颜色稍带黑色。二爆约持续2min，这段时间烟与挥发性成分大量排出，制气阀全开。

（9）咖啡豆的颜色渐黑，进入重深烘焙阶段，25min后停止烘焙，打开冷却槽的搅拌开关，让豆粒落进槽中，制气阀转向“冷却”模式，开始冷却豆子。



3. 星巴克烘焙法

星巴克以自己独有的方式烘焙咖啡豆，得到星巴克标志性口味。

（1）咖啡豆被送入已加热的大型旋转鼓中。

（2）在5～7min后，咖啡豆脱去大部分的水分，颜色开始变为黄色，并产生一种有趣的蔬菜味，但无一点烘焙咖啡味。

（3）咖啡豆颜色继续变深，在约8min后，咖啡豆经历一爆，咖啡豆中的水分变为蒸汽并且使豆粒膨胀一倍。这一过程与爆米花过程十分相似。

（4）咖啡豆呈淡棕色，许多咖啡烘焙师在此阶段将停止烘焙过程，但在星巴克还要继续烘焙。

（5）咖啡豆颜色继续变深，豆粒失去更多的水分，并且在经过几分钟后，可以看到咖啡豆表面出油。

（6）需11～15min，具体时间取决于咖啡和其他变化因素，咖啡豆再次爆裂，此时咖啡豆已基本烘焙好。

（7）为了体现咖啡豆的最佳味道，应及时送到冷却盘。

要想烘焙出咖啡的最佳风味，关键在于找到适合烘焙工艺的咖啡豆，某些情况下，则要调整烘焙方式以适应生咖啡豆。海拔高度、气候、土壤、耕作方式和加工方法都对确定星巴克咖啡的烘焙方法起着重要的作用。无论是单品咖啡还是综合咖啡，星巴克都会在烘焙过程中的时间和温度上有细微差别，以便泡制的每杯咖啡在香味、酸度、醇度和味道上都一致。

4. 兴隆焙炒咖啡

随着海南大力打造国际旅游岛的发展，成千上万的中外游客到兴隆旅游观光，并把兴隆咖啡作为一项最重要的旅游内容，兴隆咖啡的市场需求不断扩大。

（1）兴隆焙炒咖啡的基本工艺流程

兴隆焙炒咖啡的基本工艺流程如图4-11所示。

辅料 ↓

兴隆咖啡豆 → 筛选分级 → （调配） → 焙炒 → 冷却 → 研磨 → 包装 → 兴隆咖啡粉

冷却 ↓ 包装 → 兴隆咖啡豆

图4-11 兴隆焙炒咖啡的基本工艺流程

（2）兴隆焙炒咖啡生产工艺要点

① 筛选分级。选用无霉变、无污染的优质兴隆咖啡豆为原料，使用自动筛选机清除咖啡豆中的杂质，并将咖啡豆分为小、中、大、特大四级。

② 焙炒。焙炒的过程分为两个阶段。第一阶段为烘焙，将筛选分级后的咖啡豆放入烤炉或滚筒式燃气炉内，烘焙温度控制在200℃，烘焙咖啡豆至呈棕色或深棕色，继续烘焙15min，至咖啡豆的内、外侧均匀炒透而不焦煳，出锅。第二阶段为焙炒，将烘焙好的咖啡豆放入升降式炒锅内，加入奶油、白砂糖，不断搅拌（30min），焙炒至白砂糖焦化变黑，与咖啡豆、奶油混合均匀，出锅。

烘焙应做到将咖啡豆的内、外侧都均匀地炒透而不过焦。适合的焙炒时间和温度有利于咖啡豆的蛋白质和糖发生美拉德反应，导致咖啡豆变暗并散发出焙炒咖啡特有的香味。焙炒好的咖啡豆在无包装条件下，可以维持香气及风味7天左右，研磨后的咖啡粉新鲜度能维持

7～8天。因此，焙炒好的咖啡豆应尽早加工、包装，以免质量劣化。

③ 冷却。将焙炒后的咖啡豆放入冷却槽内使用风扇鼓风冷却，同时需人工将咖啡豆翻转、分散，待咖啡豆呈颗粒松散不结团时停止冷却。

④ 研磨。将冷却后的咖啡通过抽风筒输送到研磨机进行研磨。

⑤ 包装。将研磨后的咖啡粉倒入称量装袋机或全自动真空封罐机进行定量包装。

（五）冷却

在咖啡豆颜色达到烘焙要求时即停止烘焙，并取出咖啡豆冷却，通常采用风冷、自然冷却（需摊成薄层），工业生产也采用喷水冷却。

四、小粒种咖啡的双重烘焙

刚加工的深绿色生咖啡豆含水量高，具有强烈的涩味与酸味，直接进行烘焙一定会烘焙不均，而且做出的咖啡味道很重。为了避免这种情况，可采用两种方法，一是将到一爆的时间拉长，也就是延长蒸焙时间；二是双重烘焙。双重烘焙是指烘焙两次，第一次烘焙时，用中火烘焙数分钟，直到豆粒颜色变浅、变白，将烘焙豆离火冷却，再以一般方式进行第二次烘焙。

1. 双重烘焙的意义

生豆中有些豆子若是直接烘焙，颜色、味道、香气都会过度强烈而缺乏平衡感。譬如，要将四种咖啡豆单独烘焙后制成综合咖啡，倘若四种咖啡都是酸味、涩味强烈的新豆，恐怕做出来的综合咖啡味道与香气会过于强烈。为了避免这种情况，可以将四种咖啡豆中的两种进行双重烘焙，即可有修正的效果。

双重烘焙技术主要用于浅烘焙的咖啡。想要完美烘焙皱褶伸展不佳的豆子而花长时间烘焙，会造成烘焙过度。要让这种豆子照预定的方法使用浅烘焙处理，就需依靠双重烘焙。

双重烘焙可去除水分、涩味，使香气变薄、强烈味道变弱。双重烘焙的豆子大多不会出现酸味与涩味，豆子表面也相当完美，因为豆子膨胀状态佳且不会烘焙不均。也有人因此认为双重烘焙会让咖啡失去香气，使味道平淡，但事实并非如此。

生豆的确不易烘焙，因此有人提出将生豆储存几年去除水分，这种做法称为“养豆”。但不可能每次买来的生豆都经过养豆。双重烘焙是将花费数年的养豆作业压缩在数分钟内完成的技术。

2. 双重烘焙的目的

双重烘焙的目的：①除去涩味；②抑制过强的味道与香气；③统一豆子的颜色；④在浅度到中度烘焙阶段取得酸味的平衡；⑤除去水分，避免烘焙不均。

3. 双重烘焙的技巧

双重烘焙绝不是超难技术，其技巧在于一爆之前停止第一次烘焙，完全冷却后再进行第二次烘焙。咖啡豆的个性过强，缺点与问题过多时，第一次烘焙的停止时间就要越接近一爆越好，有时甚至在已进入一爆时才停止。另外，缺点少的咖啡豆只要烘焙 5～6min 使其松软即可。

第一次烘焙与第二次烘焙的时间间隔最少一天以上，使烘焙豆中心残留的热气散出比较好。如果间隔时间不够，豆子表面与内部有温度差，会造成烘焙不均而产生“芯”。

如果咖啡豆烘焙到一爆前停止，并完全冷却的话，放置2～3周都没有问题。相反，若是停止时间太接近一爆，则最好尽快进行第二次烘焙。

五、小粒种咖啡烘焙引起的损害

在烘焙过程中，咖啡豆会经历一系列化学反应，颜色、味道和口感随之不断变化。若烘焙中某个工序操作不当，将会对咖啡品质造成损害。

1. 黑点

在咖啡烘焙过程中，出现黑点现象比较常见。黑点一般出现在咖啡豆的两端，较深烘焙程度下，经常出现在咖啡豆的背面。黑点在平豆里出现的情况比圆豆要多，尤其是那些密度较小、质地较软的咖啡豆，如果烘焙太快，就很容易在熟豆中发现黑点。

（1）黑点出现的原因

可以肯定的是，黑点的出现一定与咖啡豆受热有关。当烘焙温度过高或者烘焙过程热传递过快时，咖啡豆来不及吸收、传递热量，造成局部剧烈受热，可能导致咖啡豆出现黑点。在烘焙时入豆温度较高，或者需要加火，温度提升过快（反应在烘焙曲线上，表现为斜率过大）时，或者滚筒转速较低时，都可能导致咖啡豆出现黑点。

（2）减少黑点的方法

为减少黑点出现，可降低烘焙时入豆温度，调整火力分配，延长烘焙时间，相对提高对流热效率，加大风门，如果滚筒能调整转速的话，可以考虑提高转速。

2. 焦斑

（1）形成焦斑的原因

焦斑是由于较高的传热（接触热）效率形成的。在烘焙时过快的烘焙速度极可能造成焦斑；滚筒转速过慢很容易形成焦斑，因为咖啡豆与滚筒接触时间过长，面积过大，就会发生局部烫伤。

（2）消除焦斑的方法

可以根据实际情况考虑提高滚筒转速（这里提供一个参考数据，PROBATone烘焙机的固定转速为60r/min）。如果转速已经为较大值，咖啡豆体积大的易形成焦斑。烘焙机的最佳烘焙量一定，不同品质的咖啡豆降低体积相差很大，则豆表与滚筒壁接触的面积不同，故体积大的要减少烘焙量。在滚筒转速固定的设备上，可以通过加大风门提高对流热的流速，相对降低传热效率。如果是直火式烘焙机，就需要调整火力和火力分配来修正，故通常大部分直火式烘焙机的烘焙时间都会比热风式烘焙机、半热风烘焙机的烘焙时间长。

3. 陨石坑

陨石坑一般在二爆开始至二爆密集的咖啡豆中较多，所以，最直接有效的办法就是调整为较浅的烘焙程度。但在实际工作中，这并不是很好的解决方法，因为有些咖啡需要较深的烘焙程度来表现其特性，如意式咖啡。

针对深烘焙的咖啡，解决出现陨石坑的方法是调整火力分配，延长烘焙时间，并考虑延长一爆和二爆间隔的时间。因为咖啡豆在一爆时的放热，会在咖啡豆内部形成压力阻抗，外部热量难以进入咖啡豆内部，只能作用于咖啡豆外部，而咖啡豆外部脆弱的地方（如胚芽部分）就会发生陨石坑现象。

以PROBATone烘焙机为例，设备供应商在装机时会根据实际情况对风门大小进行设

定，设定的标准是保持对流热和传导热分配约在 7∶3。机器的风门大小是固定的，在实际烘焙时，在较快烘焙或者火力提升较快时，就会造成陨石坑的形成。

六、烘焙咖啡豆的包装和贮藏方法

新的咖啡豆可以保存好几年，烘焙过的咖啡豆，很容易与空气中的氧气产生氧化作用，使得所含的油脂劣化，芳香化合物也挥发消失，温度、湿度、日光等也加速咖啡豆变质，所以烘焙后的咖啡豆必须进行包装。但是刚刚烘焙完成的咖啡豆，会因为发展不成熟而无法展现该有的特色，把烘焙好的咖啡豆放在适当的环境下保存 1～3 天再进行包装或者品尝，才能感受到咖啡完整的风味，这也是养豆。包装好的咖啡豆要放在阴凉干爽的地方。

（一）烘焙咖啡豆的包装

包装的作用是避免空气中的水汽侵袭烘焙咖啡豆。空气的相对湿度时高时低，如果烘焙咖啡豆吸收空气严重就会失去商品价值，因此，包装材料和包装形式的选择是提高烘焙咖啡豆抗水及抗空气能力的关键。包装还可以持久地保护烘焙咖啡豆的香味，一是保护烘焙咖啡豆本身的香气，二是阻止外界环境一切不愉快气味的污染。新鲜的、香味浓郁的烘焙咖啡豆，在放置一段时间后，香味就会削弱，这首先是易挥发的芳香物质从产品扩散到空间中，同时烘焙咖啡豆也会染上周围的不愉快气味，所以，品质优良的烘焙咖啡豆大多采取密封性包装以保护咖啡豆的香味。另外，要考虑咖啡豆经焙炒后会产生一定量的二氧化碳气体，二氧化碳离开豆粒时，带走形成香味的挥发性化合物，而氧气则同时渗进咖啡豆，引起氧化反应，有损咖啡的品质，如果存放不当会造成体积膨大而胀坏包装袋，可采用带气门装置的复合包装袋，气门应为单向阀，即防止空气进入，又能让咖啡产生的气体顺利排出。

市场上销售的家庭普通咖啡的包装大致分为膜袋和金属罐两大类。其中膜袋又分为充气包装和真空包装（带气体渗透阀的包装和带气体渗透阀的真空包装）；金属罐又分为真空包装、置换气体包装、不含氧气和二氧化碳吸收剂的包装及含二氧化碳吸收剂的真空包装。市场上大多数普通咖啡都采用含二氧化碳吸收剂或带气体渗透阀的真空包装。咖啡包装有很多种，其特点如下。

1. 普通包装

普通包装即用空罐、玻璃、纸袋或塑料容器来包装烘焙过的咖啡豆，再加盖或加封包装。普通包装的保存性低，并且因无时无刻与空气接触，需尽快饮用，饮用期为一周左右。普通包装常采用图 4－12、图 4－13 所示的包装机器封口。

2. 真空包装

真空包装即在包装容器（罐、铝箔袋、胶袋）填充咖啡豆后，将容器内的空气抽出。虽名为真空，但事实上最多去除了 90％的空气。如果是真空包装的咖啡粉，由于咖啡粉的面积比咖啡豆的表面积大，因此即使是剩余的一点空气，也很容易与粉末结合而影响风味。

3. 瓦斯填充包装

瓦斯填充包装是在金属袋上设计一个针孔，填充咖啡豆后，将非活性的氮气灌入袋内，把袋内的二氧化碳从针孔挤压出去。此包装较普及，但所有的气体被排出后，氧气会无声无息地从针孔反钻入袋内。



图 4-12　封口机

（多功能薄膜封口机，型号：DBF-900）

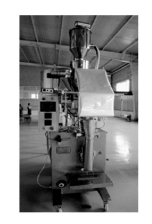


图 4-13　充氮包装机

（微机控制，型号：ZR-B）

4. 瓦斯吸着剂包装

瓦斯吸着剂包装是将由脱氧素、脱碳素制成的吸着剂放入包装袋中，包装内的空气可轻易地被吸收，而且咖啡所产生的碳酸气也能被吸收，但咖啡的香气也会被吸走是其缺点。

5. UCC 亚罗马包装

UCC 亚罗马包装是较理想的咖啡外包装，全部皆以咖啡豆的形态来包装。它和针孔金属袋类似，不同的是袋内的气体可经针孔排出，而单向活塞使袋外的氧气无法进入袋内。

咖啡厂商在烘焙好咖啡豆后立刻将豆子冷却包装，并将氮气灌入袋内，以排出袋内气体。这种包装法虽然理想，但材料贵、成本高，目前只有大公司的精选咖啡会采用这种包装法。

（二）烘焙咖啡豆的贮藏方法

烘焙后包装好的咖啡豆，要存放在清洁卫生、通风良好、干燥、避光，并具有防虫鼠侵害、防污染设施的专用成品仓库内。烘焙咖啡豆的理想贮藏温度为 7℃。千万不要把咖啡豆放进冰箱，因为过低的温度会使咖啡内部产生结晶，从而吸收咖啡内部的水分，也不要将咖啡豆和其他味道较重的食物或是化学药剂放在一起，这些都会导致咖啡豆变味。家庭贮藏咖啡豆最好的方法是将咖啡豆贮藏在密封的塑料袋里。

七、小粒种咖啡烘焙参照标准

小粒种咖啡在烘焙时参照中华人民共和国农业行业标准 NY/T 605—2006《焙炒咖啡》。

1. 范围

本标准规定了焙炒咖啡豆的要求、试验方法、检验规则以及包装、标识、运输和储存。

本标准适用于焙炒咖啡豆和焙炒咖啡粉。

2. 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 4789.4　食品卫生微生物学检验　沙门氏菌检验

GB 4789.5　食品卫生微生物学检验　志贺氏菌检验
GB 4789.10　食品卫生微生物学检验　金黄色葡萄球菌检验
GB 4789.11　食品卫生微生物学检验　溶血性链球菌检验
GB/T 5009.3　食品中水分的测定
GB/T 5009.11　食品中总砷及无机砷的测定
GB/T 5009.12　食品中铅的测定
GB/T 5009.19　食品中六六六、滴滴涕残留量的测定
GB 6543　瓦楞纸箱
GB 7718　预包装食品标签通则
GB 9683　复合食品包装袋卫生标准
GB/T 19182 咖啡　咖啡因含量的测定　高效液相色谱法（ISO 10095：1995，IDT）
NY/T 604—2006　生咖啡

3. 要求

(1) 原料

一、二、三级焙炒咖啡应用符合 NY/T 604—2006 要求的相应等级的生咖啡作为原料。

(2) 外观和感官特性

焙炒咖啡豆的外观和感官特性应符合表 4-5 的要求。

表 4-5　外观和感官特性要求

项目		要求		
		一级	二级	三级
外观	色泽	根据焙炒度的不同，要求整体色泽均匀一致		
	形态	椭圆或圆形，颗粒均匀		
感官		香气浓郁，无异气味、品味和口感都很好（杯品一级）	香气好，无异气味、品味和口感都较好（杯品二级）	香气稍差，无异气味、品味和口感较差（杯品三级）

注：形态要求仅指焙炒咖啡豆。

(3) 理化特性

焙炒咖啡豆的理化特性应符合表 4-6 的要求。

表 4-6　理化特性要求

项目	要求	检验方法
水分/(%)，≤	5.0	GB/T 5009.3
咖啡因/(%)，≥	0.8	GB/T 19182

注：不适用于已除咖啡因的焙炒咖啡。

(4) 卫生指标

焙炒咖啡豆的卫生指标应符合表 4-7 的规定。

表4－7 卫生指标

项 目	要 求	检验方法
砷（以As计）/(mg/kg)，≤	0.5	GB/T 5009.11
铅（以Pb计）/(mg/kg)，≤	0.5	GB/T 5009.12
六六六/(mg/kg)，≤	0.2	GB/T 5009.19
滴滴涕/(mg/kg)，≤	0.2	GB/T 5009.19
致病菌（沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌、溶血性链球菌）	不得检出	GB/T 4789.4、GB/T 4789.5、GB/T 4789.10、GB/T 4789.11

4. 试验方法

(1) 外观

从样品中随机抽取试样50g，置于清洁白纸上，在自然光下观察其色泽及组织形态。

(2) 感官

按NY/T 604—2006的附录A的规定进行。

(3) 理化特性

按表4－6中规定的相应的检验方法进行。

(4) 卫生指标

按表4－7中规定的相应的检验方法进行。

5. 检验规则

(1) 组批及抽样

产品按生产班次组批。每批产品中随机抽取样品数为产品总数的千分之一，不满一千者亦以千计。

(2) 出厂检验

① 产品出厂前应由生产技术检验部门按本标准检验，检验合格方可出厂，产品出厂时须有质量合格证书。

② 出厂检验项目为外观和感官、水分和卫生指标及包装要求。

(3) 型式检验

当有下列情况之一时，应进行型式检验。型式检验项目为本标准规定的全部项目。

① 长期停产后，恢复生产时。

② 当原料、工艺及设备有较大改动、可能影响产品质量时。

③ 出厂检验结果与上次例行（型式）检验结果差异较大时。

④ 国家质量监督检验机构认为需要时。

(4) 判定规则

① 卫生指标有一项不合格，则判为不合格产品，并且不得复检。

② 检验结果符合本标准要求时，按检验结果判为相应的等级。

③ 产品包装不符合标准第6项（1）包装中的第①条规定时，应重新包装；不符合标准第6项（1）包装中的第②条规定时，则判为不合格产品，并且不得复检。

(5) 复检规则

除卫生指标和标准第6项（1）包装中的第②条规定外，当其他检验结果不符合本标准

质量要求的规定或产生异议时，可加倍抽样复检，其中感官指标应组织 5 人以上复检。复检以一次为限，复检结果为最终结果。

6. 包装、标志、运输、储存

(1) 包装

① 外包装用的瓦楞纸箱所用材料卫生要求应符合 GB 6543 的规定。

② 内包装用的铝塑复合食品包装袋或马口铁罐所用材料的卫生要求应符合 GB 9683 的规定。

(2) 标识

按 GB 7718 执行。

(3) 运输

产品运输时，车、船必须遮盖，避免日晒雨淋，同时要小心轻放，避免剧烈震动，严禁与有毒、有害、有异味的物品混装运输。

(4) 储存

产品储藏库应通风良好，保持干燥，堆放时与周围墙壁隔离 20cm 以外，离地面 10cm 以上，不应与潮湿、有异味的物品堆放在一起。

第二节 小粒种烘焙咖啡豆的粉碎

烘焙咖啡豆粉碎是利用机械的方法使烘焙咖啡豆由大块分裂成小块直至细粉的操作，其实质是通过输入能量使烘焙咖啡豆比表面积增大的过程。

粉碎烘焙咖啡豆要选择合适的粗细度。粗细度是影响咖啡口感的主要因素。通常调整磨粉机的刻度可使磨出来的颗粒达到要求的粗细度，并且均匀一致。如果磨出来的咖啡颗粒不均匀，会明显地影响咖啡的口感。

一、粉碎设备

粉碎设备包括破碎机和磨碎机两大类。

1. 破碎机

破碎机按所施粉碎力的不同分为挤压式破碎机和冲击式破碎机两类。挤压式破碎机的工作原理是通过固定和活动面对物料挤压而达到粉碎。冲击式破碎机的工作原理是利用高速旋转的锤片或棒来击碎物料。不同生产厂家对破碎机的叫法不同，下面介绍常见的几种。

(1) 辊式破碎机

辊式破碎机又称滚筒轧破机，是利用一只或一只以上辊子的旋转进行破碎操作的设备，常用的是双辊破碎机。双辊破碎机由直径相同的两个辊子构成，安装在平行的水平轴上，两辊间的最小距离称为开度。操作时，两辊旋转方向相反，物料从两辊间上部加入，被两辊表面的摩擦力所夹持而拖曳至下方，同时受到挤压力作用而粉碎，从下方落下。物料所能获得的粉碎比与两辊之间的开度、辊圆周速度、辊表面形状等因素有关。

(2) 辊式磨粉机

辊式磨粉机的每道磨辊表面，按照它在工艺路线中的作用刻出具有不同几何参数的细槽，俗称拉丝。咖啡豆粉碎常用的是辊式磨粉机。辊式磨粉机由机架、磨辊、喂料机构、松

合闸机构、辊面清理装置、传动机构、吸风装置等组成，可控制物料粉碎的粒度，能够进行旋转性粉碎，粉碎过程稳定，便于控制。

（3）锤击式粉碎机

锤击式粉碎机是利用高速旋转的锤头或锤片对物料施加作用力进行粉碎的，作用原理主要是撞击粉碎，适用于脆性物料，也可用于部分韧性物料甚至纤维性物料的粉碎，所以常被称为万能粉碎机。锤式粉碎机在粉碎方面基本没有选择性，不能严格控制粉碎粒度。

锤击式粉碎机常见的类型有切向喂入式、轴向喂入式和径向喂入式三种，如图 4－14 所示。

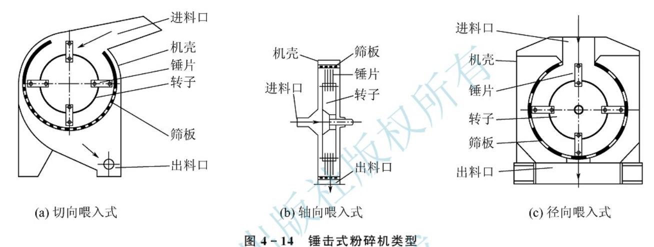


图 4－14 锤击式粉碎机类型

（资料来源：崔建云，2007. 食品机械［M］. 北京：化学工业出版社 .）

工作时物料从进料口进入粉碎室后，受到随转子高速旋转的锤片的打击，进而飞向固定在机体上的筛板（或筛网）而发生碰撞。落入筛面与锤片之间的物料则受到强烈的冲击、挤压和摩擦作用，逐渐被粉碎。当粉粒体的粒径小于筛孔直径时便被排出粉碎室，较大碎粒继续粉碎，直至全部排出机外。

锤击式粉碎机具有结构简单，用途广泛，生产率高，无空转损伤等优点，但其粉碎过程基本上没有选择性，不能严格控制粉碎粒度。在不同的粉碎条件下，锤击式粉碎机的粉碎比可以在很大的范围内变化。

（4）盘击粉碎机

盘击粉碎机又称爪式粉碎机，工作时轴向进入的物料在两个运动的圆盘间受到盘间旋转指爪的冲击力作用、分割或拉碎的作用而粉碎。

盘击粉碎机粉碎作用强度高，产品粒度小而且均匀，作业噪声较大，物料温升较高，产品中含铁量较大；因磨齿与磨盘间为刚性连接，过载能力差，使用时必须对进料进行除铁处理，避免金属异物进入粉碎室，造成设备损坏。

（5）气流式粉碎机

气流式粉碎机是比较成熟的超微粉碎设备。气流式粉碎机所使用的空气、过热蒸汽或其他气体通过喷嘴喷射作用成为高能气流，高能气流使物料颗粒在悬浮输送状态下相互之间发生剧烈的冲击、碰撞和摩擦等，加上高能气流对颗粒的剪切、冲击作用，使物料得到充分研磨而成超微粒子。

2. 磨碎机

磨碎机主要借助摩擦力粉碎物料至粒度达0.1～5mm。磨碎机分为慢速磨碎机和快速磨碎机两类。慢速磨碎机有球磨机、管磨机、棒磨机等，快速磨碎机有锥磨机、盘磨机、胶体磨等。这里介绍常见的盘磨机、球磨机和棒磨机。

(1) 盘磨机

盘磨机是物料在两盘之间依靠摩擦力的作用而粉碎为极细粉粒的磨碎设备。

工作时，物料从轴向进入两盘面之间，在两盘面间沿径向通过的同时受到挤压力、摩擦力和剪切力作用而被粉碎。两盘面之间的距离根据物料大小和成品粒度的要求可以调节。

(2) 球磨机与棒磨机

球磨机是一种以摩擦力和冲击力为主要粉碎力的磨碎设备。它由绕水平轴慢速转动的圆筒内装钢球作磨介而构成。当圆筒以一定转速旋转时，磨介钢球因与圆筒内壁的摩擦而被带起，达到一定高度时泻落或抛落下来。物料在下落钢球的冲击作用和钢球与圆筒内壁的研磨作用下被粉碎。棒磨机则是利用长度稍小于圆筒的钢棒代替钢球。

二、咖啡豆粉碎原理

通常认为当咖啡粉碎时，粉碎设备对咖啡豆施加力的作用，当作用力超过咖啡豆内部的结合力时，咖啡豆被粉碎。外力做的功称为粉碎能耗。粉碎能耗假说有很多种，较有代表性的有三种。

(1) 表面积假说。表面积假说认为，粉碎能耗与粉碎后物料的新生表面积成正比，或粉碎单位质量物料的能耗与新生的表面积成正比。

(2) 体积假说。体积假说认为，物料粉碎所消耗的能量与颗粒的体积成正比，粉碎后颗粒的粒度也成正比减小。

(3) 裂缝假说。表面积假说适用于微粉碎和超微粉碎，体积假说适用于粗中粉碎，裂缝假说适用于粉碎物料的粒度介于两者之间的粉碎，一般粒度为1～10mm。此粒度按表面积假说和体积假说计算都有较大误差，为此提出了裂缝假说。在物料粉碎之前，外力对物料所做的变形功聚集在物料内部的裂纹附近，产生应力集中，使裂纹扩展成裂缝，当裂缝发展到一定程度时物料破碎。因此，裂缝假说认为，粉碎能耗与裂缝长度成正比。

三种假说可用统一的微分方程来描述，只要积分时以不同条件代入，就可得到相应的计算式（可参考有关专著，在此不进行深入论述）。

三、咖啡豆的粉碎粒度

咖啡豆粉碎可增加咖啡的比表面积，以利于浸提，体现咖啡美好的风味。由于咖啡豆由细小的纤维细胞组织构成，在咖啡豆研磨的过程中，其纤维细胞被切开，咖啡油和香醇的味道同时释放出来，因此，要得到香醇可口的咖啡，研磨过程是非常重要的。

研磨后细粒的风味与粗粒的风味不同。细颗粒咖啡粉比粗粒的易溶出，同等质量的细粒咖啡粉、粗粒咖啡粉溶于同体积的水中，细粒咖啡粉能释放出较多的脂肪酸、油分和蛋白质，咖啡的浓度高，因而可使浸提物较好地保留挥发性芳香物质。但是太细的咖啡粉易走味。

咖啡可溶物的浸提速度与磨碎程度有密切关系，细粒咖啡粉、中粒咖啡粉和粗粒咖啡粉

分别浸于85℃的水中5min，可溶物分别浸出20%、18%和16%。细粒咖啡粉、中粒咖啡粉和粗粒咖啡粉的理想浸提时间分别为1～3min、4～6min和6～8min。

可溶物浸提的理想百分率为18%～22%，相当于一杯咖啡有1.15%～1.35%的可溶性固形物。稀释的咖啡或浸提不足的咖啡，可溶性固形物的含量较低。如可溶物浸提百分率低（在18%以下），咖啡风味不够；而百分率高（在22%以上），则咖啡带苦味。可溶性固形物的含量低（在1.15%以下），咖啡味淡；而含量高（在1.35%以上），则咖啡味浓。

研磨咖啡最理想的时间是在烹煮之前。因为磨成粉的咖啡容易氧化散失香味，尤其在没有妥善贮存下，咖啡粉还容易变味。用现磨的咖啡粉与磨了1h、3h、6h甚至几天的咖啡粉进行比较，可明显地感觉出香味的差异。

1. 咖啡豆研磨按粉碎粒度分类

根据咖啡冲泡的方式和煮咖啡器具的不同，需将咖啡豆研磨成不同的粒度。咖啡豆研磨按粉碎粒度大致可分为粗研磨、中研磨、细研磨和极细研磨。

（1）粗研磨

研磨后颗粒直径在2～4mm，颗粒粗，像粗白糖一样大小，如图4-15所示。粗研磨适合用于咖啡渗滤壶和沸腾式咖啡壶。

（2）中研磨

研磨后颗粒直径在2～3mm，砂砾状，颗粒像砂糖与粗白糖混合一样大小，如图4-16所示。中研磨咖啡适合用于虹吸式咖啡器、绒布过滤式咖啡器和纸过滤滴落式咖啡器。

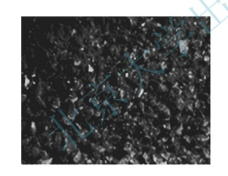


图4-15 粗研磨

（资料来源：THORN J，2000. 咖啡鉴赏手册［M］. 杨树，译. 上海：上海科学技术出版社.）

【对应彩图】

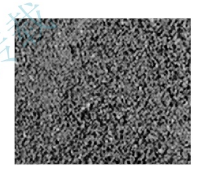


图4-16 中研磨

（资料来源：THORN J，2000. 咖啡鉴赏手册［M］. 杨树，译. 上海：上海科学技术出版社）

（3）细研磨

研磨后颗粒直径在1～2mm，颗粒细，像砂糖一样大小，如图4-17所示。细研磨咖啡适合用于蒸汽加压式咖啡器和水滴落式咖啡器。

（4）极细研磨

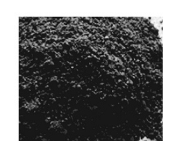
研磨后颗粒直径在10～25μm，大小介于盐和面粉之间，如图4-18所示。极细研磨适合制作意大利咖啡、土耳其咖啡。

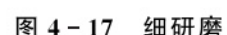
2. 咖啡粉粒度与萃取法的关系

细研磨咖啡粉——土耳其铜壶（微粉末）、摩卡壶、浓缩咖啡机（极细研磨）。

中研磨咖啡粉——滤纸滴漏法、法兰绒滴漏法、塞风壶。

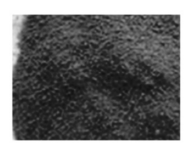
粗研磨咖啡粉——水滴式咖啡机、滴滤壶。




图 4-17　细研磨

（资料来源：THORN J，2000. 咖啡鉴赏手册［M］. 杨树，译. 上海：上海科学技术出版社.）


【对应彩图】


图 4-18　极细研磨

（资料来源：THORN J，2000. 咖啡鉴赏手册［M］. 杨树，译. 上海：上海科学技术出版社，2000.）

四、咖啡豆粉碎

粉碎过程是机械通过工作部件（齿板、锤片和钢球等）对咖啡豆施以外力使咖啡豆破碎。咖啡豆粉碎时受到的主要粉碎力一般有三种：挤压力、冲击力和剪切力（摩擦力）。此外，还有附带的弯曲和扭转的力偶作用。

各种粉碎设备对咖啡豆的作用一般不是单一的粉碎力，而是几种粉碎力的组合，或以一种作用力为主辅以其他粉碎力，如压碎和折断、冲击和磨碎等。

（一）咖啡豆的力学性质

咖啡豆的力学性质与所选择的粉碎方式有关。根据咖啡豆应变与应力的关系及极限应力的不同，其力学性质包括以下四种。

（1）硬度

硬度是根据咖啡豆弹性模数大小来划分的性质，有硬与软之分；硬度越高表明咖啡豆抵抗塑性变形的能力越强，要使之产生塑性变形越困难。咖啡豆的硬度是确定粉碎作业程序、选择设备类型和尺寸的主要依据。

（2）强度

强度是根据咖啡豆弹性极限应力的大小来划分的性质，有强和弱之分。

（3）脆性

脆性是根据咖啡豆塑性变形区域长短来划分的性质，有脆性和可塑性之分。

（4）韧性

韧性是一种抵抗咖啡豆裂缝扩展能力的特性，韧性越大，则裂缝末端的应力集中就越容易得到缓解。

经过烘焙的咖啡豆有脆性、硬度、强度和韧性，而且四种力学性质之间有着内在的联系。四种力学性质与咖啡豆粉碎时所需要的变形力有关。

（二）咖啡豆粉碎法

咖啡豆的正确粉碎方式并非只是将豆子放入磨粉机磨成粉而已，还要对磨粉机的性能与咖啡粉的粉碎粒度等有充分了解，必须构思磨出的咖啡粉要用何种方式萃取，还要考虑用剩的咖啡粉的保存方式。

1. 咖啡豆粉碎的基本方法

根据施力种类与方式的不同，咖啡豆粉碎的基本方法包括以下五种类型。

（1）压碎。将咖啡豆置于两个粉碎面之间，施加压力后咖啡豆因压应力达到或超过其抗压强度极限而粉碎。

（2）劈碎。用一个平面和一个带尖棱的工作表面挤压咖啡豆时，咖啡豆沿压力作用线的方向劈裂，这是由于劈裂平面上的拉应力达到或超过咖啡豆拉伸强度极限。

（3）折断。被粉碎的咖啡豆相当于承受集中荷载的两支点梁或多支点梁，当咖啡豆内的弯曲应力达到或超过咖啡豆的弯曲强度极限时而折断。

（4）磨碎。咖啡豆与运动的表面之间受到一定的压力和剪切力作用，当剪应力达到或超过咖啡豆的剪切强度极限时，咖啡豆粉碎。

（5）冲击破碎。咖啡豆在瞬间受到外来的冲击力而粉碎。

2. 咖啡豆粉碎的注意事项

（1）粉碎粒度要平均

粉碎粒度不均会造成咖啡味道不统一、不协调，因此无论哪一个步骤，都必须将不均的状况减至最低，以追求没有杂味、均质且味道平衡的咖啡。粉碎后的咖啡颗粒是否均匀会直接影响咖啡萃取液是否均质；换言之，咖啡粉不均会使咖啡液的浓度不均。若是将粉碎粒度不同的咖啡粉混在一起，则可溶成分的浓度会不一致，酸味与苦味都会因此被萃取出来。粉碎粒度与味道变化的关系见表 4-8。

表 4-8　粉碎粒度与味道变化的关系

粉碎粒度	细粒	粗粒
粉的表面积	大	小
萃取成分	多	少
浓度	浓	淡
苦味	强	弱

（2）粉碎咖啡豆时会产生摩擦热

咖啡粉碎时产生热是正常情况，之所以要注意这点是因为热度很明显会损害咖啡的味道与香气。

科学证明，在极普通的速度与载重条件下，金属表面的局部区域因摩擦而产生的瞬间温度可达 500～1000℃。粉碎咖啡时会产生热是必然的，根据咖啡豆粉碎机构造的不同，产生的热度会有所不同。咖啡粉碎机粉碎咖啡豆的方式大致分为两种，一种是以刻有沟槽的两个盘（臼）式刀刃碾压磨碎咖啡豆，称作碾磨式磨粉机，大部分手动式磨粉机都属此类；另一种是以切碎式粉碎机为代表，以两个一组具有互相垂直相咬合的刀片滚轮（金属制的圆柱状回转轴）切割咖啡豆，称作切割式磨粉机。

一般认为，用手动式磨粉机（碾磨式磨粉机）缓缓研磨咖啡豆就不会产生热量，事实正好相反，盘式刀刃摩擦容易产生热量。而切割式磨粉机却能让研磨咖啡粉产生摩擦热的情况降到最低。比较碾磨式磨粉机与切割式磨粉机，优缺点如下。

碾磨式磨粉机的优缺点：粉碎出的咖啡粉容易颗粒不均，容易产生摩擦热，极少有细粉产生。

切割式磨粉机的优缺点：粉碎出的咖啡粉颗粒平均，不易产生摩擦热，容易产生细粉。

家庭用的电动磨粉机是以电动机转动带动螺旋桨状的金属刀刃，属于切割式磨粉机，粉碎咖啡豆时，粉碎粒度的粗细取决于时间长短。

产生摩擦热不仅与磨粉机构造有关，而且与咖啡豆烘焙程度有关。极浅烘焙的咖啡豆因为豆质坚硬，容易产生摩擦热；深烘焙的咖啡豆因为水分已经蒸发，豆质已经脆到用手指就能够压碎，所以摩擦程度小，不容易产生热。

如果在饮用前才研磨豆子，则使用哪一种磨粉机的影响不大，但是大多数知名咖啡制造商都采用不易产生摩擦热的磨粉机，因为顾客何时会萃取咖啡未知。

（3）粉碎咖啡豆时不能产生细粉

粉碎咖啡豆时若是产生细粉，一旦磨粉机疏于保养，具有黏性的酸败细粉与油脂会黏附在磨粉机的锯齿上，变硬，不仅妨碍磨粉机锯齿的运转，产生大量的摩擦热，而且可能会造成停止回转。细粉带来的影响比摩擦热更糟，不但会使咖啡液混浊，而且会带来令人不舒服的苦味与涩味。细粉最常造成的影响是，高温带电的细粉直接附着在磨粉机内部，酸败后在下次研磨时混入新咖啡粉中。

不产生细粉的技巧是尽可能选择不会产生细粉的磨粉机，或者每次使用完毕用磨粉机附赠的刷子仔细刷去附在其上的细粉。

（4）选择适合萃取法的粉碎粒度

研磨粗细适当的咖啡粉末，对于做出好咖啡是非常重要的，因为咖啡粉中水溶性物质的萃取有其最佳的时间。如果咖啡粉很细，而且烹煮时间又长，将会造成过度萃取，咖啡可能非常苦且又失去芳香；反之，如果咖啡粉很粗，而且烹煮时间又短，将导致萃取不足，那么咖啡就会淡而无味，因为咖啡中的水溶性物质还没有溶解出来。

选择适合萃取法的研磨度，研磨得越细苦味越强，研磨越粗苦味越弱，这是不变的基本法则。根据咖啡粉表面被热水覆盖的大小不同所引起的现象，可知萃取器具与咖啡豆粉碎粒度的关系。

譬如 Espresso 咖啡，将深度烘焙的咖啡豆细研磨粉碎，使用浓缩咖啡机在短时间内萃取少量的咖啡液，则会得到苦味相当强烈的咖啡。相同的咖啡粉以滤纸滴漏法萃取会如何呢？滤纸会被咖啡粉阻塞，使注入的热水难以通过，萃取的时间被拉长，最后演变成萃取过度。那么，超粗粉碎颗粒会比较好吗？此时热水轻易通过滤纸落下，咖啡的美味成分无法被充分萃取出来，如此一来，落入咖啡壶中的咖啡就成了味道淡、薄的液体。

每种萃取器具都有各自适合的粉碎粒度，如对于滤纸滴漏法，咖啡粉过粗或者过细都不适合，也就是说它适合的粉碎粒度是中度到中粗度。

（三）咖啡豆粉碎操作注意事项

用于咖啡豆粉碎的磨粉机有很多种，如图 4－19 所示。用磨粉机粉碎咖啡豆时应注意以下事项。

（1）根据粉碎粒度调整磨辊轧距。进入辊式磨粉机的咖啡物料粒度基本是一样的。

（2）磨辊的转速应根据咖啡豆的性态来选择，被粉碎的咖啡豆越大，硬度越大，则转速应越低。

（3）工作时喂料门开启程度需要阻止一定大小的异物通过，同时严防金属和硬杂物进入磨辊之间，以免造成机器损坏。









图 4-19　咖啡磨粉机

(4) 手动磨粉机开机时要先给咖啡豆后合闸，停机时要先松闸后断咖啡豆。

(5) 磨辊的磨齿在长时间工作后会磨损变钝，降低磨粉效率，应将磨辊卸下重新拉丝，以保证磨粉机始终处于良好的工作状态。

(6) 用磨粉机研磨时，不要一次磨得太多，够一次使用的量就可以。因为磨粉机长时间使用容易发热，间接使咖啡豆在研磨的过程中因被加热而导致芳香提前释放出来，影响烹煮后咖啡的香味。

(7) 在研磨过程中，研磨出来的颗粒粗细要一致，这样才能在冲泡时使每一粒咖啡粉末均匀地释放成分，达到咖啡浓度均匀的效果。

(8) 每次研磨完后都要将碾磨机清洗干净，否则油脂会越积越多，时间长了会有陈腐味。清洗的方法是用湿毛巾擦拭刀片机台，并用温热水清洗塑料顶盖。

五、小粒种咖啡粉参照标准

小粒种咖啡在粉碎时参照中华人民共和国农业行业标准 NY/T 289—2012《绿色食品　咖啡》标准。

1. 范围

本标准规定了绿色食品咖啡的术语和定义、要求、试验方法、检验规则、标志和标签、包装、运输和贮存。

本标准适用于绿色食品咖啡，包括生咖啡、焙炒咖啡豆和咖啡粉，不适用于脱咖啡因咖啡和速溶型咖啡。

2. 规范性引用文件

下列文件对于本标准的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 4789.2　食品微生物学检验　菌落总数测定

GB 4789.3　食品微生物学检验　大肠菌群计数

GB 4789.4　食品微生物学检验　沙门氏菌检验

GB/T 4789.5　食品卫生微生物学检验　志贺氏菌检验

GB 4789.10　食品微生物学检验　金黄色葡萄球菌检验

GB 5009.3　食品中水分的测定

GB 5009.4　食品中灰分的测定

GB 5009.5 食品中蛋白质的测定
GB/T 5009.6 食品中脂肪的测定
GB/T 5009.8 食品中蔗糖的测定
GB/T 5009.11 食品中总砷及无机砷的测定
GB 5009.12 食品中铅的测定
GB/T 5009.15 食品中镉的测定
GB/T 5009.19 食品中有机氯农药多组分残留量的测定
GB 7718 预包装食品标签通则
GB/T 8305 茶 水浸出物测定
GB/T 15033 生咖啡 嗅觉和肉眼检验以及杂质和缺陷的测定
GB/T 18007 咖啡及其制品 术语
GB/T 19182 咖啡 咖啡因含量的测定 高效液相色谱法
GB/T 23379 水果、蔬菜及条叶中吡虫啉残留的测定 高效液相色谱法
GB/T 23502 食品中赭曲霉毒素A的测定 免疫亲和层析净化高效液相色谱法
JJF 1070 定量包装商品净含量计量检验规则
NY/T 391 绿色食品 产地环境技术条件
NY/T 393 绿色食品 农药使用准则
NY/T 394 绿色食品 肥料使用准则
NY/T 604—2006 生咖啡
NY/T 658 绿色食品 包装通用准则
NY/T 761 蔬菜和水果中有机磷、有机氯、拟除虫菊酯和氨基甲酸酯类农药多残留的测定
NY/T 1055 绿色食品 产品检验规则
NY/T 1056 绿色食品 贮藏运输准则
NY/T 1680 蔬菜、水果中多菌灵等4种苯并咪唑类农药残留量的测定 高效液相色谱法
SN/T 0519 进出口食品中丙环唑残留量的检测方法
SN/T 1952 进出口粮谷中戊唑醇残留量的检测方法 气相色谱—质谱法
国家质量监督检验检疫总局令2005年第75号 定量包装商品计量监督管理办法
中国绿色食品商标标志设计使用规范手册

3. 术语和定义

GB/T 18007中界定的以及下列术语和定义适用于本标准。

(1) 生咖啡 (green coffee)

咖啡鲜果经干燥脱壳处理所得产品。

注：咖啡种类包括小粒种咖啡（也称阿拉伯咖啡，学名为*Coffee arabica* Linnaeus）和中粒种咖啡（也称罗巴斯塔咖啡，学名为*Coffee canephora* Pierre ex Froehner），不包括大粒种咖啡（也称利比里亚种咖啡，学名*Coffee liberica* Hiern）。

(2) 焙炒咖啡豆 (roasted coffee)

生咖啡经焙炒所得的产品。

(3) 咖啡粉 (roasted coffee powder)



焙炒咖啡豆磨碎后的产品。

4. 要求

（1）产地环境

生咖啡产地环境应符合 NY/T 391 的规定，生产过程中农药、化肥使用应分别符合 NY/T 393 和 NY/T 394 的规定。焙炒咖啡豆、咖啡粉加工用生咖啡应来自绿色食品咖啡生产基地。

（2）感官要求

感官要求应符合表 4－9 的规定。

表 4－9 感官要求

项目	要求			检验方法
	生咖啡	焙炒咖啡豆	咖啡粉	
色泽	浅蓝色或浅绿色	色泽均匀一致	棕咖啡色，均匀一致	取 50～100g 试样于洁净白瓷器皿中，在漫射日光或接近日光的人造光下，肉眼观察其色泽及形态
形态	椭圆或圆形	椭圆或圆形，豆粒均匀，无炭化发黑	粗粉状，无结团，无炭化发黑	
气味、滋味	具有产品应有气味，无异常气味，品味和口感都较好			NY/T 604—2006 中 A.4
杂质（%）	≤0.2	无肉眼可见外来杂质		GB/T 15033

（3）理化指标

理化指标应符合表 4－10 的规定。

表 4－10 理化指标 （单位：g/100g）

项目	指标			检测方法
	生咖啡	焙炒咖啡豆	咖啡粉	
缺陷豆	≤8	—	—	GB/T 15033
水分	≤12.5	≤5.0	≤3.5	GB 5009.3
灰分	≤5.5			GB 5009.4
蔗糖	—	≤9.5		GB/T 5009.8
粗脂肪	—	≥5.5		GB/T 5009.6
蛋白质	—	≤17		GB 5009.5
咖啡因	≥0.8			GB/T 19182
水浸出物	—	≥22		GB/T 8305

（4）污染物、农药残留限量

污染物、农药残留限量应符合相关食品安全国家标准及相关规定，同时符合表 4－11 的规定。

表 4-11　农药残留限量　（单位：mg/kg）

序号	项　　目	限　　量			检测方法
		生咖啡	焙炒咖啡豆	咖啡粉	
1	多菌灵（carbendazim）	≤0.1			NY/T 1680
2	丙环唑（propiconazole）	≤0.02			SN/T 0519
3	毒死蜱（chlorpyrifos）	≤0.05			NY/T 761
4	氯氰菊酯（cypermethrin）	≤0.05			NY/T 761
5	戊唑醇（tebuconazole）	≤0.1			SN/T 1952
6	吡虫啉（imidacloprid）	≤1.0			GB/T 23379

注：各检测项目除采用表中所列检测方法外，如有其他国家标准、行业标准以及部文公告的检测方法，且其检出限和定量限能满足限量值要求时，在检测时可采用。

（5）微生物要求

微生物学要求应符合表 4-12 的规定。

表 4-12　微生物要求

项目	指　　标			检测方法
	生咖啡	焙炒咖啡豆	咖啡粉	
菌落总数/(cfu/g)	—	$\leq 1.0\times10^3$		GB 4789.2
大肠菌群/(MPN/g)	—	<3.0		GB 4789.3
致病菌（沙门氏菌，志贺氏菌、金黄色葡萄球菌、溶血性链球菌）	—	不得检出		GB/T 4789.4、GB/T 4789.5 GB/T 4789.10

（6）净含量

净含量应符合国家质量监督检验检疫总局令 2005 年第 75 号的规定，检验方法按 JJF 1070 执行。

5. 检验规则

申请绿色食品认证的食品应按照标准中 4. 要求（2）～（6）以及附录 A 所确定的项目进行检验。其他要求应符合 NY/T 1055 的规定。

6. 标志和标签

（1）标志

标志使用应符合《中国绿色食品商标标志设计使用规范手册》的规定。

（2）标签

标签应符合 GB 7718 的规定。

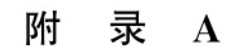
7. 包装、运输和贮存

（1）包装

包装按 NY/T 658 的规定执行。

（2）运输和贮存

运输和贮存按 NY/T 1056 的规定执行。



附 录 A

（规范性附录）

绿色食品咖啡产品认证检验项目

A.1 表4-13规定了除标准第4项（2）~（6）所列项目外，依据食品安全国家标准和绿色食品生产实际情况，绿色食品申报检验还应检验的项目。

表4-13 依据食品安全国家标准绿色食品咖啡产品认证检验必检项目

序号	检验项目	限量	检测方法
1	六六六（BHC）/(mg/kg)	≤0.05	GB/T 5009.19
2	滴滴涕（DDT）/(mg/kg)	≤0.05	GB/T 5009.19
3	乐果（dimethoate）/(mg/kg)	≤2.0	NY/T 761
4	敌敌畏（dichlorvos）/(mg/kg)	≤0.2	NY/T 761
5	铅（以Pb计）/(mg/kg)	≤0.5	GB 5009.12
6	砷（以As计）/(mg/kg)	≤0.5	GB/T 5009.11
7	镉（以Cd计）/(mg/kg)	≤0.5	GB/T 5009.15
8	赭曲霉毒素A（ochratoxin A）/(μg/kg)	≤5	GB/T 23502

注：各农残检测项目除采用表中所列检测方法外，如有其他国家标准、行业标准以及部文公告的检测方法，且其检出限和定量限能满足限量值要求时，在检测时可采用。

A.2 如食品安全国家标准及相关国家规定中上述项目和指标有调整，且严于本标准规定，按最新国家标准及规定执行。

六、小粒种咖啡烘焙和粉碎的加工卫生要求及管理

（一）设备、器具卫生管理

（1）在烘焙和粉碎时所用的塑料筐、推车等器具应分别整齐摆放在各自指定的位置，不能混用、混放。盛放干净物料、废料的塑料筐应使用颜色或其他标志加以区分，不能混用。

（2）可正常使用的塑料筐及不锈钢盆（桶）等在存放或使用时，下面应加其他颜色的垫底筐或不锈钢架。

（3）在烘焙和粉碎时不使用的设备、器具及其他杂物，包括安装或维修工作结束后的遗留物品（工具及拆卸物等）应及时清运走。日常设备维护用的机油、机布、工具等应整齐摆放在指定位置，不得随意乱放或放在机器设备上。

（4）工作台、操作工具、容器、电子秤、物品架表面，在使用后均应清洁并擦拭干净。

（5）与咖啡直接接触的工具器皿，如漏子、勺子、小钢桶（盆）等在下班后先刷洗干净，再用85℃以上的热水消毒10min以上。

（6）清洁工具使用后应清洁干净，然后按指定位置摆放。

（二）烘焙和粉碎现场卫生管理

（1）地面清洁、不打滑、无垃圾、无污迹、无大面积积水、无死角。

（2）墙壁（角）及立柱清洁、无污染、无蜘蛛网、无死角，如有破损应及时修补。

（3）门窗明亮干净、无积灰、无污迹、无蜘蛛网。

（4）照明灯具及灭蚊灯应保持清洁、无灰尘积压。

（5）地沟保持清洁卫生、无污迹，排水通畅、无阻塞现象，地沟盖封盖完好。

（6）加工中产生的废弃物（如包装袋、包装纸、包装箱、绳、劣质咖啡豆、废盖、咖啡渣等），应放在指定位置并分类摆放整齐，定时清理，至下班时清理干净，不留死角。

（7）所用设备与地面之间的空隙及周边不得存在碎玻璃、油污及其他垃圾，设备、用具在工作结束后不得残留咖啡豆、咖啡渣、咖啡汁液等。

（8）工作时尽量避免原料落地，落地原料必须及时清扫，妥善处理。

（9）勿面对咖啡豆、咖啡粉、生产器具咳嗽、打喷嚏、大声说话，以免造成污染。

（三）车间员工个人卫生管理

（1）烘焙和粉碎车间员工必须穿戴整洁的工作服、工帽、工鞋及口罩。工作服应衣扣整齐，工作帽应能达到将头发全部覆盖的目的，口罩佩戴应符合要求。

（2）工作服及里面的衣服上不能有小的装饰物，工作服的口袋内不能存放与工作无关的物品，防止落入产品及设备中。

（3）员工不留长指甲，男士不能留长发，不留长胡须，女士不化浓妆，不喷香水，不涂指甲、口红等。

（4）进入工作区域内的工作人员不得佩戴手表、戒指、项链、耳环，并且不可在工作帽上添加装饰物。

（5）烘焙和粉碎车间的员工按卫生规范要求洗手，程序为清水→洗手液→清水→消毒液→清水→烘手，洗手包含清洁指甲。

（6）烘焙和粉碎结束及需外出时应更换自己的服装。

（7）上厕所、处理被污染的物品及从事与生产无关的其他活动后必须按卫生规范要求洗手、消毒。

（8）不允许在烘焙和粉碎工作区里随地吐痰、挖鼻孔、掏耳朵、剔牙、抓头等，咳嗽和打喷嚏时应当背对咖啡粉和烘焙的咖啡豆并用卫生纸掩住口鼻，然后彻底洗手、消毒。

（9）工作结束后不允许将围裙、手套等个人物品放在烘焙和粉碎工作区里。

（10）不允许在烘焙和粉碎工作区里吃药、吃食物、喝水（饮料）等。

（11）严禁用脚踩、踏成品物料，严禁坐在成品及包装物品上。

复习思考题

1. 简述全自动咖啡豆烘焙机的组成、工作过程、维修和保养。
2. 简述咖啡的烘焙原理。
3. 简述 PROBATone 5 咖啡烘焙机的工作方式。
4. 咖啡烘焙传热方式的特点是什么？
5. 专业咖啡的烘焙方式通常分为哪八类？其相对应的特征是什么？
6. 美国农业部四大烘焙程度是什么？其相对应的特征是什么？
7. 简述专业咖啡烘焙的八类口感特征是什么？

8. 用烘焙过程说明烘焙程度。
9. 简述咖啡豆在烘焙过程中碳水化合物的变化。
10. 简述咖啡豆在烘焙过程中蛋白质的变化。
11. 简述咖啡豆在烘焙过程中有机酸的变化。
12. 简述咖啡豆在烘焙过程中咖啡因的变化。
13. 简述咖啡豆在烘焙过程中脂类的变化。
14. 描述在烘焙过程中咖啡豆的变化情况。
15. 咖啡豆在烘焙过程中化学成分发生了哪些变化?
16. 烘焙程度对咖啡豆有哪些影响?
17. 咖啡烘焙过程中容易出现的质量安全问题是什么?
18. 简述烘焙咖啡豆的包装。
19. 简述咖啡豆粉碎的原理。
20. 粉碎粒度及相对应的冲泡特征是什么?
21. 咖啡豆粉碎的基本方法包括哪些?
22. 咖啡豆粉碎有哪些注意事项?
23. 简述咖啡烘焙和粉碎的卫生要求及管理。

【实验实训】

实验实训一　小粒种咖啡烘焙程度与风味的关系

一、实验目的

(1) 了解烘焙的分类及特征。
(2) 掌握烘焙及烘焙程度控制的方法。
(3) 学会判断烘焙程度与风味的对应关系。

二、实验原理

咖啡烘焙是指通过对咖啡豆的加热，促使咖啡豆内部和外部发生一系列物理反应和化学反应，并在此过程中生成咖啡的酸、苦、甘等多种味道，形成醇度和色调，将生咖啡豆转化为深褐色熟咖啡豆的过程。不同程度的烘焙，产生不同的酸苦，烘焙程度越深，咖啡的香味越浓。浅烘焙的咖啡豆，呈肉桂色，香味尚可，醇度低，有很高的酸度。中烘焙的咖啡豆，真正的咖啡色，醇度高，同时保留大部分的酸度。深烘焙的咖啡豆，颜色很深接近黑色，其焦味使得咖啡香味更浓郁，表面带有一点油脂的痕迹，酸度被轻微的焦苦所代替而产生一种辛辣的味道。极深烘焙的咖啡豆，颜色为浓茶色带黑，因油脂已渗透至表面，带有一种炭灰的苦味，醇度明显降低。专业咖啡的烘焙方式通常分为八类，即极浅烘焙、浅烘焙、微中烘焙、中烘焙、中深烘焙、深烘焙、极深烘焙、重深烘焙。这些不同程度的烘焙在烘焙过程中可根据“爆”、颜色的变化、香气的不同来判断。

三、仪器用具、试材

仪器用具：烘焙机、粉碎机、杯品用具全套、托盘天平（感量为0.001g)、白色瓷盘。
试材：小粒种咖啡豆。

四、实验步骤及方法

（1）烘焙。将小粒种咖啡豆放入烘焙机中加热，一爆开始取出少许，为1号样；继续加热，一爆结束时取出少许，为2号样；继续加热，二爆开始取出少许，为3号样；继续加热，二爆密集时取出少许，为4号样；继续加热，二爆结束时取出少许，为5号样；继续加热，二爆结束出油取出少许，为6号样。每次取样约8.5g。

（2）冷却。将取出的样品放于白色瓷盘中，搅拌使其尽快冷却。

（3）粉碎。将不同烘焙程度的六个样品分别用粉碎机粉碎，得粒度在30～40目的粉，注意样品之间不要混杂。

（4）冲泡。分别称8.25g的咖啡粉置于品尝杯中，每杯由中央至周边冲入150mL、95～96℃的水，用勺击碎帽状外壳，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，保证所有的粉都浸湿并沉入杯底，停留1～2min，撇去留于表层的浮渣和泡沫，分装品尝。为减少杯品误差，每次至少3杯。

（5）品尝。第一步是评价小粒种咖啡豆的香气，用力吸闻刚刚被粉碎的咖啡所释放出来的气体。第二步是检查咖啡的香味，将刚冲泡好的咖啡液体放于鼻下用力吸；用一只特制的咖啡勺，一般是容量为8～10mL的圆汤勺，取出6～8mL的咖啡液体放到嘴前，并用力快速啜入咖啡，使其均匀分布在舌头的表面，仔细体味咖啡的味道和气味；把咖啡含在口中几秒，然后咽下一小部分，迅速紧闭咽喉把留在后腭的水汽送入鼻腔，感觉咖啡的回味；最后评价咖啡的口感。

五、实验记录及结果

把杯品感官记录于表4-14中。

表4-14　杯品感官记录

	色泽	干香和湿香	苦味	酸味	回味	醇度
1号样						
2号样						
3号样						
4号样						
5号样						
6号样						

注：1号样为极浅烘焙，2号样为浅烘焙，3号样为中烘焙，4号样为中烘焙，5号样为深烘焙，6号样为极深烘焙。

六、问题思考

（1）为什么不同烘焙程度其风味不同？

（2）为什么不同烘焙程度取样时是用“爆”来判断的？

（3）品尝小粒种咖啡液体时有什么要求？

实验实训二　小粒种咖啡粉碎粒度与风味关系

一、实验目的

（1）学会识别小粒种咖啡粉的粗粒、中粒、细粒。

(2) 掌握小粒种咖啡粉碎粒度的控制。

(3) 了解小粒种咖啡不同粒度与风味的对应关系。

二、实验原理

小粒种咖啡豆粉碎可增加小粒种咖啡的比表面积，有利于浸提，体现小粒种咖啡美好的风味。由于小粒种咖啡豆是由细小的纤维细胞组织所构成的，在小粒种咖啡豆研磨的过程中，其纤维细胞被切开，小粒种咖啡油和香醇的味道同时释放出来。研磨后细粒的风味与粗粒的风味不同。细粒小粒种咖啡粉比粗粒的易溶出，同等质量的细粒咖啡粉、粗粒咖啡粉溶于同体积的水中，细粒的咖啡粉能释放出较多的脂肪酸、油分和蛋白质，咖啡的浓度高，因而可使浸提物较好地保留挥发性芳香物质。但是太细的小粒种咖啡粉易走味。

三、仪器用具、试材

仪器用具：烘焙机、粉碎机、杯品用具全套、托盘天平（感量为 0.001g)、白色瓷盘、色度仪、500mL 烧杯。

试材：小粒种咖啡豆。

四、实验步骤及方法

(1) 烘焙。将小粒种咖啡豆放入烘焙机中加热，当二爆开始时立即停止取出并放于白色瓷盘中冷却，此为中度烘焙。

(2) 粉碎。取中度烘焙的小粒种咖啡豆分为等量的三份，一份粉碎为粗粒，一份粉碎为中粒，另一份粉碎为细粒。每份基本上为 8.25g。

(3) 冲泡。将粗粒、中粒、细粒分别放入冲泡杯中，分别加入 150mL 85℃的水，用勺击碎帽状外壳，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，保证所有的粉都浸湿并沉入杯底，停留 5min，撇出小粒种咖啡液体，分装品尝。为减少杯品误差，每次至少 3 杯。

(4) 测定。取撇出的小粒种咖啡液体在色度仪上测定 L 值、a 值、b 值。色度仪校正后，将小粒种咖啡液体加入石英管中，放入色度仪测定色差度（三次重复测量）。

(5) 品尝。用一只特制的咖啡勺，一般是容量为 8～10mL 的圆汤勺，取出 6～8mL 的咖啡液体放到嘴前，并用力快速啜入咖啡，使其均匀分布在舌头的表面，仔细体味咖啡的味道和气味；把咖啡含在口中几秒，然后咽下一小部分，迅速紧闭咽喉把留在后腭的水汽送入鼻腔，感觉咖啡的回味；最后评价咖啡的口感。

五、实验记录及结果

将实验所得数值记入表 4-15 中。

表 4-15　不同粒度杯品及测定的色度

	干香和湿香	酸味	回味	醇度	L 值	a 值	b 值
粗粒							
中粒							
细粒							

结果：

六、思考题

(1) L 值、a 值、b 值与粉碎粒度为什么会有关系？

（2）小粒种咖啡粉碎粒度不同，在相同温度、时间下为什么风味会不同?

（3）冲泡水的温度为什么要85℃?

实验实训三　小粒种咖啡混配烘焙与风味的关系

一、实验目的

（1）掌握小粒种咖啡烘焙的搭配。

（2）掌握混配的小粒种咖啡豆的烘焙控制。

（3）学会粉碎小粒种咖啡混配豆的粉碎。

二、实验原理

小粒种咖啡豆烘焙前闻起来有一股生的青草味，一般含有10%左右的水分，当烘焙开始时，这些水分会从小粒种咖啡豆中迁移到外面。随着烘焙的进行，温度的升高，小粒种咖啡豆内部的气体与水分会因为要逸散出来而给细胞壁压力，当压力累积到20～25个大气压时会把细胞壁冲破，这时会听到爆裂声，此时的温度在190～200℃，小粒种咖啡豆的颜色呈现稍浅的咖啡色，香味淡薄，酸味较强，随着加热的继续，温度继续升高，小粒种咖啡豆的颜色逐渐变深，当温度达到230℃时咖啡豆还会再发出爆裂的声音，香醇味显露，酸味减弱，苦味增加，同时小粒种咖啡豆表面的银皮会脱落，随着继续加热，小粒种咖啡豆颜色会更深，苦味会增加，酸味会进一步减少。在烘焙过程中加入其他的物质，如大豆、花生、鸡蛋等，这些物质在焙炒过程中所产生的挥发性物质和其他物质弥补了单一品种小粒种咖啡烘焙后没有特定风味的缺陷，使咖啡滋味醇和、浓厚。

三、仪器用具、试材

仪器用具：烘焙机、粉碎机、杯品用具全套、托盘天平（感量为0.001g）、白色瓷盘、色度仪、500mL烧杯。

试材：小粒种咖啡豆、红衣花生、大豆。

四、实验步骤及方法

（1）小粒种咖啡豆与红衣花生的烘焙。将小粒种咖啡豆放入烘焙机中加热，一爆初始，小粒种咖啡豆呈肉桂色，加入花生继续烘焙，会有大量银皮脱落，吹去银皮，花生变黄，基本上为二爆开始，咖啡豆变为淡棕色，停止，取出放于白色瓷盘中冷却。

（2）小粒种咖啡豆与大豆的烘焙。将小粒种咖啡豆放入烘焙机中加热，当咖啡豆脱水变黄后，加入大豆，继续加热，会有大量银皮脱落，吹去银皮，二爆开始，咖啡豆变为淡棕色，停止，取出放于白色瓷盘中冷却。

（3）粉碎。将烘焙好的两个样品分别用粉碎机粉碎为粒度在30～40目的粉末。

（4）冲泡。取粉碎好的两个样品各8.25g分别放入冲泡杯中，由中央至周边分别冲入150mL 90℃的水，用勺击碎帽状外壳，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，保证所有的粉都浸湿并沉入杯底，停留2～3min，撇去留于表层的浮渣和泡沫，分装品尝。为减少杯品误差，每次至少3杯。

（5）测定。取撇出的小粒种咖啡液体在色度仪上测定L值、a值、b值。色度仪校正后，将小粒种咖啡液体加入石英管中，放入色度仪测定色差度（三次重复测量）。

（6）品尝。第一步是评价小粒种咖啡豆的香气，用力吸闻刚刚被粉碎的咖啡、花生、大豆所释放出来的气体。第二步是检查小粒种咖啡、花生（大豆）混合液体的香味，将刚冲泡

好的小粒种咖啡、花生（大豆）混合液体放于鼻下用力吸；用一只特制的咖啡勺，一般是容量为8～10mL的圆汤勺，取出6～8mL的小粒种咖啡、花生（大豆）混合液体放到嘴前，并用力快速啜入小粒种咖啡、花生（大豆）混合液体，使其均匀分布在舌头的表面，仔细体味小粒种咖啡、花生（大豆）混合液体的味道和气味；把小粒种咖啡、花生（大豆）混合液体含在口中几秒，然后咽下一小部分，迅速紧闭咽喉把留在后腭的水汽送入鼻腔，感觉小粒种咖啡、花生（大豆）混合液体的回味；最后评价小粒种咖啡、花生（大豆）混合液体的口感。

五、实验记录及结果

将实验的数值记录于表4-16中，根据实验数值得出结果。

表4-16　混配杯品及测定的色度

	色泽	香味	酸味	苦味	回味	醇度	*L*值	*a*值	*b*值
小粒种咖啡＋花生									
小粒种咖啡＋大豆									

结果：

六、问题思考

(1) 加入花生和加入大豆为什么会有差异？

(2) 加入花生和加入大豆烘焙时为什么在二爆开始时就停止？

实验实训四　参观小粒种咖啡烘焙和粉碎生产

一、实训目标

(1) 掌握小粒种咖啡的烘焙生产过程。

(2) 了解小粒种咖啡的粉碎、包装生产过程。

(3) 了解烘焙机、粉碎机、包装机的组成、工作原理、维修和保养。

(4) 了解烘焙机、粉碎机、包装机的操作。

(5) 了解烘焙、粉碎、包装的卫生管理要求。

二、材料用具

笔记本、笔。

三、学习指导

1. 调查提纲的拟订方面

(1) 烘焙机、粉碎机、包装机的组成、工作原理、维修和保养。

(2) 烘焙机、粉碎机、包装机的操作。

(3) 影响烘焙效果的因素。

(4) 影响粉碎效果的因素。

(5) 烘焙和粉碎的卫生管理。

① 烘焙和粉碎车间的个人卫生管理。

② 烘焙和粉碎车间的卫生管理。

(6) 烘焙咖啡豆和咖啡粉的贮藏。

(7) 存在的问题及解决的方法。

2. 实训要求

(1) 遵守参观单位的规章制度和参观要求，按照调查提纲尽量多地完成调查内容。

(2) 遵守交通安全和生产安全。

(3) 做好笔记，积极询问，认真思考，补充资料，完善报告。

(4) 对调查报告的内容、格式、字数、交报告的时间提出要求。

四、实践训练

1. 模仿创新

按照老师的指导，编写调查提纲。调查提纲可以采取问题式提纲或表格式提纲。例如

(1) 烘焙机的主要零部件有哪些?

(2) 烘焙机的工作过程是什么?

(3) 烘焙机的开机、关机如何操作?

(4) 烘焙机是怎样维修和保养的?

(5) 烘焙机的搅拌速度对烘焙效果有何影响?

……

最后将调查的内容整理成调查报告，分析小粒种咖啡烘焙和粉碎生产过程中存在的问题，提出改进建议。

2. 讨论评价

老师认真阅读每个学生的调查报告，并提出修改建议；根据学生在参观过程中的表现，提示学生抓住重点问题询问；老师对学生在实训过程中的表现和调查报告质量进行小结，鼓励表现好的同学；安排1～2h的参观实训交流活动，师生共同总结实训的收获体会。

五、问题思考

(1) 本次实训你最大的收获是什么? 不足的方面有哪些? 如何改进?

(2) 烘焙机不开机时对环境有什么要求?

(3) 粉碎机不开机时对环境有什么要求?

第五章　速溶咖啡的加工

学习目标

1. 掌握速溶咖啡加工工艺流程。
2. 理解改善速溶咖啡质量的方法。
3. 了解冻干速溶咖啡技术的作用机理。
4. 熟悉冻干速溶咖啡加工的主要工艺过程及质量。
5. 掌握冻干速溶咖啡的特点。
6. 了解咖啡伴侣的加工工艺。
7. 熟悉国内咖啡伴侣存在的问题。

咖啡是人们所熟悉的三大饮料之一。速溶咖啡在居家旅行中食用方便、价廉物美，为广大消费者喜爱，故产销量逐年增加。据报道，全世界消耗的咖啡豆中，约有一半用于生产速溶咖啡。

1938 年，雀巢公司发展了先进的喷雾干燥法用于速溶咖啡制造。之后，雀巢咖啡成为世界知名的速溶咖啡品牌。20 世纪 50 年代以后，速溶咖啡在美国市场得到大力拓展，并带动其在全球的流行。1960 年，开始有冻结干燥的速溶咖啡供应市场。速溶咖啡由于食用方便，在中国的发展也很迅速。1988 年前后，海南力神咖啡厂和广东东莞雀巢咖啡厂相继建成，是国内首批速溶咖啡厂。2007 年后，云南德宏后谷咖啡有限公司在云南德宏建成中国最大的速溶咖啡生产线，产量能达万吨；该生产线的建成，打破了速溶咖啡生产由国外主导的传统格局，同时将带动中国咖啡产业提速发展。

第一节　速溶咖啡的加工工艺

一、速溶咖啡加工布局

速溶咖啡加工布局可参考图 5 - 1。

二、速溶咖啡加工工艺流程

速溶咖啡加工工艺流程：咖啡豆预处理→烘焙→冷却→（掺和调配）→研磨→萃取→调配 →浓缩→喷雾干燥→（芳香化）→包装。

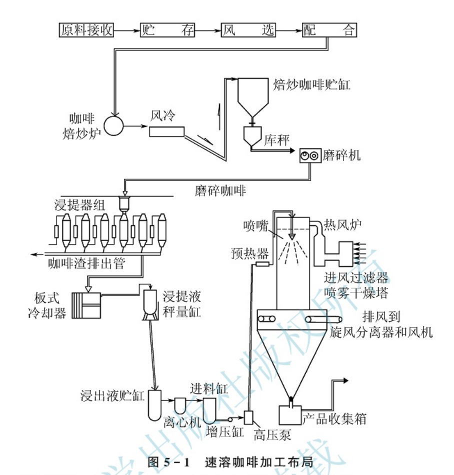


图 5-1　速溶咖啡加工布局

（资料来源：彭永成，1980. 速溶咖啡 [J]. 食品工业科技(3)：18-22.）

三、速溶咖啡加工操作

1. 咖啡豆预处理

原料应选择豆味新鲜、色泽明亮、颗粒完整、均匀，黑豆、碎豆及杂物少，无霉点的咖啡豆，同时对其应进行筛选。为了保证质量和提高生产效率，可以采用振动筛、风动筛等方式进行筛选。筛选好的咖啡豆，用风压输送或真空输送等方式，输送至储存罐。

2. 烘焙

烘焙是速溶咖啡风味和品质形成的决定性工序，一般使用转筒式焙炒炉，烘焙温度、时间是关键控制因素。烘焙时，火力控制应该由大到小，一般控制最高温度在 230～250℃，此温度能取得较好的芳香并在萃取时取得较合适的品味，烘焙时间不应超过 20min。烘焙程度浅则咖啡豆质软，磨碎后较易萃取，而烘焙程度深则咖啡豆质脆，磨碎后细粉较多，从而影响萃取。烘焙程度若以 10 级计，一般情况下，小粒种咖啡豆烘焙 4～6 级，中粒种咖啡豆烘焙 5～8 级；两个品种的咖啡豆分别烘焙，冷却后，按比例输送至储存罐。

3. 冷却

当咖啡豆达到所要求的烘焙程度时，关掉火力，停止加热，同时向炉内喷洒一定量的冷水，把烘焙好的咖啡豆排出炉体，用转盘或冷风使其尽快冷却，这样可以尽量减少咖啡芳香物质的挥发。

4. 掺和调配

速溶咖啡通常将不同品种、不同产地、不同质量及价格的咖啡豆掺和使用，使各种咖

啡的香味及化学成分得到最佳互补，并保证产品有稳定的质量和价格。中粒种咖啡更适合用于加工速溶咖啡，但为了提高产品质量，应加入一定比例的小粒种咖啡以增加产品的香醇味。

5. 研磨

烘焙好的咖啡豆最好先存放一天，使咖啡豆在烘焙过程中所产生的二氧化碳和其他气体进一步挥发和释放，同时也充分吸收空气中的水分，使颗粒变软，从而有利于萃取。咖啡豆研磨得很碎，以少量的水就可以实现高效率的萃取，但是会使后续过滤产生困难；如果磨得较粗，易过滤，但是难萃取，因此，研磨后咖啡的颗粒平均直径约为 1.5mm 较适宜。

6. 萃取

萃取是生产速溶咖啡最复杂的中心部分，温度和压力是萃取过程中最直接的两个参数，其中温度起决定性因素。烘焙咖啡中的可溶物约占 25%，在常压和 100℃时萃取率可达 30%，当温度达到 180℃时，可以将一些高分子的碳水化合物萃取出来，从而使萃取率提高 10%～20%，这些高分子碳水化合物有利于芳香成分的结合，达到调整风味的效果；但温度高于 190℃时，萃取物中就有不好的风味物质出来。

压力的设定是通过萃取罐间顺序压力梯度来实现的，一般为 0.3MPa、0.6MPa、0.9MPa、1.2MPa、1.5MPa。萃取时间和萃取率与产品质量有关，我们可以在适当的范围内升高温度，增大压力，缩短萃取时间，减少不好的萃取物，保证产品质量。萃取率越高，对产量来说越好，但从质量来讲，则不能太高，通过多年实际经验，我们得出了萃取率和抽提量的关系式

$$Y_e=\frac{a\cdot X_a+b\cdot X_b}{W(1-X_g)}$$

式中 Y_e——萃取率；
a——抽提的头液量（kg）；
X_a——抽提的头液浓度（%）；
b——抽提的尾液量（kg）；
X_b——抽提的尾液浓度（%）；
W——耗用的焙磨咖啡量（kg）；
X_g——焙磨咖啡的含水量（%）。

在生产时，每隔一段时间都可以得到一个实际的 Y_e 值，同时对相应的产品进行分析，如发现产品有酸味、苦味、涩味太重等现象，说明萃取率偏高，则在下次运行时减少抽提量，反之，可以适当增加抽提量，从而达到保证产品质量、提高产量的目的。

热源采用蒸汽，调节蒸汽压力可以控制萃取温度。萃取时间和萃取率对产品品质影响很大。可以根据咖啡豆品种、品质及产品质量的要求，适当调整萃取压力与温度，缩短萃取时间，提高生产效率，保证产品质量。现代先进的萃取设备，配备咖啡萃取液香气回收装置，能最大限度地保留烘焙咖啡的风味。

萃取使用的设备是 6～8 个渗滤柱以管道互相连接并可交替组成的操作单元，如图 5-2 所示。图 5.2 所示是以逆流方式进行萃取，先是保持研磨咖啡的润湿，然后是可溶性固形物的溶出及不溶性的碳水化合物水解和部分转化溶出，同时咖啡粒子组成滤层起到过滤作用，除去析出脂肪和蜡质。

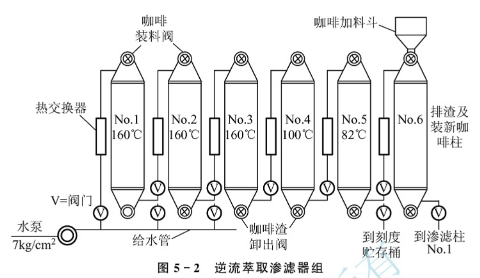


图 5-2　逆流萃取渗滤器组

（资料来源：彭永成，1980. 速溶咖啡［J］. 食品工业科技(3)：18-22.）

7. 调配

同一组萃取罐首先萃取出来的咖啡液，香气最好，称为芳香液，约占该批咖啡液的20%；余下的称为萃取液，约占80%，二者统称为咖啡萃取液。咖啡萃取液为弱酸性，一般pH小于5.5，为制成风味独特、口感纯正的速溶咖啡产品，需要对咖啡萃取液进行调配。调配时按比例将芳香液与萃取液混合，输送至混合罐；调整混合液的pH至生产要求，一般pH为5～6。

8. 浓缩

浓缩一般分为真空浓缩、离心浓缩和冷冻浓缩。这里介绍真空浓缩。它通过真空降低水的沸点，真空度达0.09MPa以上，此时水的沸点只有50℃左右，从而使液体加快浓缩，浓缩液的浓度一般不超过60%（折光度计）。由于从蒸发塔出来的浓缩液温度高于常温，因此必须经过冷却再送入贮罐，从而减少芳香物质的损失。

9. 喷雾干燥

喷雾干燥是采用雾化器将原料液分散为雾滴，并用热气体（空气、氮气或过热水蒸气）干燥雾滴而获得产品的一种干燥方法。干燥产品根据需要可制成粉状、颗粒状、空心球或团粒状。按工艺要求可以调节料液泵的压力、流量、喷孔的大小，得到所需的按一定比例的球形颗粒。喷雾干燥采用蒸汽加热或电加热，采用气流式雾化器，压缩空气或蒸汽以很高的速度（≥300m/s）从喷嘴喷出，靠气液两相间的速度差所产生的摩擦力使料液分裂为雾滴。空气经过滤和加热，进入干燥器顶部的空气分配器，热空气呈螺旋状均匀地进入干燥室。料液经塔体顶部的高速离心雾化器，（旋转）喷雾成极细微的雾状液珠，与热空气并流接触，在极短的时间内干燥为成品。成品连续地由干燥塔底部和旋风分离器中输出，废气由风机排空。

喷雾干燥是咖啡粉形成的过程，浓缩液与芳香液经过调配成咖啡液（混合液），咖啡液通过压力泵直接输送到塔顶的喷嘴，其装置如图5-3所示。干燥塔的进口温度控制在250～279℃，出口温度控制在110～130℃，调整喷嘴与喷雾压力，使出来的咖啡粉成厚壁的中空球形颗粒，比重控制在220～250g/L，含水量在3%左右。在喷雾干燥中要注意咖啡液的浓度，因为咖啡液浓度越高，黏度越高，表面张力越大，这样有利于厚壁中空球形颗粒

的形成，同时可减少各运行参数和温度、压力等的调节幅度，但也不是浓度越高越好，太高的浓度相应使雾化度太低，造成雾化不良，因此咖啡液的浓度控制在30%～40%为佳。

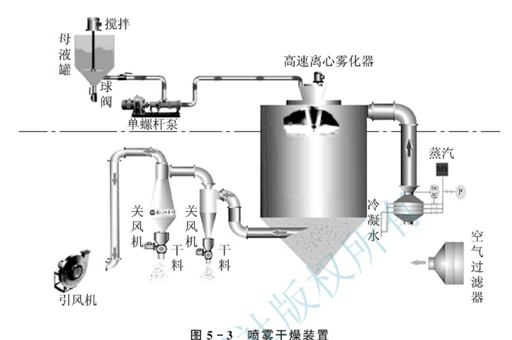


图5-3 喷雾干燥装置

（资料来源：刘志华，2011. 保山咖啡产业发展研讨会.）

10. 芳香化

芳香化技术是提高速溶咖啡质量的重要手段之一。近代速溶咖啡产品已基本上达到烘焙研磨咖啡所具有的香味和滋味，甚至能够用较低档为主的咖啡豆生产出较高质量的速溶咖啡，这得益于芳香化技术在速溶咖啡中的应用。

从两个方面可以提高速溶咖啡产品的香味和滋味，一方面从原料配比、烘焙、萃取及干燥工艺技术上提高速溶咖啡滋味及在加工过程中保留更多的咖啡芳香物质；另一方面将咖啡芳香物质收集起来再加入速溶咖啡产品中。在此，速溶咖啡芳香化技术主要是指后者。芳香化技术由两方面的技术组成，一是咖啡油和咖啡芳香挥发化合物的提取；二是如何把咖啡油和咖啡芳香挥发化合物加入速溶咖啡产品中。

咖啡油的提取，生产上一般采用压榨法，近年来又发展了用液体二氧化碳作溶剂提取的技术。咖啡芳香挥发化合物的提取是以一种气体为芳香挥发化合物的载体，通过焙磨咖啡层，载有芳香挥发化合物的载体通过吸收法或冷冻法（主要用冷冻法）收集，用水蒸气或（和）惰性气体提取咖啡芳香挥发化合物，在生产上可单独使用也可两种并用，要得到高质量的速溶咖啡，以两种并用较好。水蒸气为载体的提香方法用于萃取前，在渗滤柱中进行，载香的水蒸气用水间接冷却收集。此法得到的咖啡芳香物质以高沸点的芳香化合物为主，一般用于和咖啡油一起做成乳化液，在喷雾干燥前加入浓的萃取液。惰性气体为载体的提香方法除用于萃取前，在渗滤柱中提取外，还用于收集研磨咖啡时散发出的咖啡香，载香的惰性气体经过固态二氧化碳或液氮为冷冻剂的冷井中冷冻收集。此法得到的咖啡芳香物质能保留低沸点的咖啡芳香成分，因而与焙磨咖啡香味一致。收集到的咖啡芳香物质，一般用于咖啡油中，直接雾化加入速溶咖啡粉末中。

四、改善速溶咖啡质量的方法

速溶咖啡的质量主要指咖啡的品味和理化指标。要保证生产出好的速溶咖啡，起决定作用的是咖啡原料豆的质量和加工方法。加工过程控制质量包括咖啡萃取液浓度测定、pH 测定、粉末视密度测定等。而速溶咖啡粉成品质量控制包括 pH、酸度、粉末含水量、粉末色泽、粉末视密度、筛分及咖啡因含量测定和碳水化合物含量测定等。产品质量主要指标如下。

pH：4.85～5.00。

粉末视密度：256～288kg/m³。

筛分：40 目以下，1%～10%；40～80 目，60%～89%；80 目以上，10%～30%。但也因产品不同而异。

咖啡因含量：3.0%。

碳水化合物含量：34%～36%。

根据速溶咖啡产品质量主要指标，介绍几种改善质量的方法。

1. 加工工艺

采用冷冻干燥技术生产，这样生产的速溶咖啡更接近家庭煮咖啡的风味。

2. 控制烘焙程度和萃取水解率

科学配比烘焙咖啡豆，即小粒种咖啡豆和中粒种咖啡豆的配比，同时对小粒种咖啡豆浅烘焙，中粒种咖啡豆深烘焙；萃取水解率控制在 30%（不超过 30%）。

3. 速溶度的改善

速溶咖啡的速溶度主要物理指标有沉降性、湿润性、分散性和溶解性、粒子密度、粒径等（后三项不做介绍）。沉降性是指速溶咖啡粉湿润后沉没于水中的能力。沉降性取决于咖啡粉的粒径和粒子密度，粒径和粒子密度越大，沉降性越大。湿润性是指速溶咖啡粉颗粒表面吸附水的能力，是指按照规定步骤测出的放置在水面上的速溶咖啡粉颗粒被湿润所需要的时间。湿润性受粉粒表面构造、粒径和粒子密度的影响，而这些物性受喷雾干燥条件的影响。分散性表示速溶咖啡粉于水中的分散速度，是指按照规定步骤测出的能分散到水中的试样干物质的质量百分数。分散性是反映速溶性能的最佳指标。分散性的测量是分析产品是否速溶的定量方法。

为了改善速溶咖啡的速溶度，主要应使咖啡粉颗粒达到 100～200μm，实现内部呈中空的毛细管结构，从而具有很强的湿润能力，为此可采用直通法流程加工喷涂卵磷脂装置来生产。较大的附聚颗粒可借助于喷雾干燥工艺参数的控制和使被干燥的颗粒进行附聚而获得。很强的湿润能力可通过向附聚粉粒喷涂有亲水特性的添加物来达到，使其在 25℃以下的冷水中也能速溶。亲水特性添加物的添加量一般控制在 0.2%～0.3%，不应超过 0.5%。通常采用的亲水特性添加物是大豆磷脂中的卵磷脂浓缩物。喷涂卵磷脂是把相当于咖啡粉量 0.5%的卵磷脂溶解到咖啡油中加温到 60℃，并保温，用定量泵或螺杆泵通过双气流喷嘴，用 0.8m/min 的压缩空气在 0.3MPa 的压力下喷入咖啡粉颗粒中。

4. 泡沫和杂质的改善

咖啡中富含蛋白质、咖啡因、绿原酸、鞣质等物质，由于加工工艺不同，速溶咖啡容易产生泡沫，使人产生混浊不愉悦的感受。咖啡泡沫与杂质是正相关的关系。杂质越多泡沫越

多，杂质越少泡沫越少，而杂质取决于加工工艺。生产中一般采用过滤加离心分离处理，除去咖啡液中鞣质等不溶物和部分胶体物质。为了减少泡沫和浮渣，可以进行溶液澄清，还可以添加植物酸等添加剂处理。

5. 呈香度的改善

呈香度指标含香型和品味两项内容。香型可分为天然香型和外赋香型。天然香型要求咖啡具有纯咖啡的芳香，外赋香型可根据消费者爱好选择不同香型。香气表现不同在于咖啡粉的闻香和冲调时的头香。

速溶咖啡分为天然香型和外赋香型，市场上一般多为外赋香型，主要是为了弥补速溶咖啡本身闻香和冲调头香不足。在速溶咖啡加工过程中总会有香味物质的损失，可采用保香措施，一般在萃取过程中或干燥过程中添加具有包裹能力的 β-环糊精。如果选定外赋香型，可以在喷涂卵磷脂环节同时完成。

五、速溶咖啡加工卫生要求及管理

1. 设备、器具卫生管理

（1）不同车间因清洁要求不同，所用的塑料筐、推车等工器具应分别整齐摆放在各自车间，不能混用、混放。盛放干净物料、废料、可使用玻璃瓶、报废玻璃瓶的塑料筐应使用颜色或其他标志加以区分，不能混用。

（2）可正常使用的塑料筐及不锈钢盆等在存放或使用时，下面应加其他颜色的垫底筐或不锈钢架。

（3）车间不使用的设备、工器具及其他杂物，包括安装或维修工作结束后的遗留物品（工具及拆卸物等）应及时清运走。日常设备维护用的机油、机布、工具等应整齐摆放在指定位置，不得随意乱放或放在机器设备上。

（4）所有设备在运行过程中不得存在油污、灰尘、结垢现象。检查、维修、拆卸进行清洁时，不得污染食品。

（5）工作台、操作工具、容器、电子秤、物品架表面在使用后均应清洁并擦拭干净，特别是台案的棱角部位及地脚部位、电子秤的底盘及缝隙部位、小推车的车轮部位应加强清洁。

（6）与食品直接接触的工器具，如漏子、水舀、小钢桶（盆）等在下班后先刷洗干净，再用 82℃以上的热水消毒 10min 以上。

（7）清洁工具使用后清洁干净，然后按指定位置摆放。

2. 车间现场卫生管理

（1）地面清洁、不打滑、无垃圾、无污迹、无大面积积水、无死角。

（2）墙壁（角）及立柱清洁、无污染、无蜘蛛网、无死角，如有破损应及时修补。

（3）门窗明亮干净、无积灰、无污迹、无蜘蛛网。

（4）照明灯具及灭蚊灯保持清洁、无灰尘积压（位置在 4m 以上的灯具适度清洁）。

（5）地沟保持清洁卫生、无污迹，排水通畅、无阻塞现象，地沟盖封盖完好。

（6）所有纱窗及对外的孔、通道关闭完好，防止蚊虫、蝇进入车间，如有破损应及时修补、更换，未经许可，任何人不得打开纱窗，下班时应关闭窗户。洁净区域车间发现苍蝇、昆虫、蚊子或果蝇等应立即停工进行捕杀，之后再继续生产。

（7）生产中产生的废弃物［如包装袋、包装纸、包装箱、绳、废瓶（坯）、废盖、咖啡渣等］，按指定位置分类摆放整齐，定时清理，至下班时清理干净，不留死角。

（8）所有设备（包含案面等工器具）与地面之间的空隙内及周边不得存在瓶（坯）碎玻璃、油污及其他垃圾，设备（包含案面等工器具）在工作结束后不得残留咖啡渣、咖啡汁液等。

（9）工作时尽量避免原料落地，落地原料必须及时清扫，妥善处理。

（10）勿面对食品原料及生产器具咳嗽、打喷嚏、大声说话，以免污染食品。

（11）车间空气消毒。每天用 500ppm（0.5g/L）NaClO 喷洒一次。

（12）塑料筐、台案、推车、杀菌篮、瓶垛、产品垛、包装物、原料等，在存放或使用中须保持整齐划一，横看成行，竖看成列；包装物、产成品、原料还应在离地 10cm 以上，隔墙 30cm 以上。

（13）所有原料、辅料及包装瓶等必须由指定物料口进入车间。

3. 车间员工个人卫生管理

（1）所有员工须经指定员工通道进出车间，不许走物流通道。清洁区员工与一般作业区员工不许串岗，如烘焙加工车间与萃取车间不能互相串岗，包装车间与干燥车间不能互相串岗等。

（2）洁净工作区的员工必须穿戴整洁的工作服、工帽、工鞋及口罩。

（3）工作服应衣扣整齐，工作帽应能达到将头发全部覆盖的目的，口罩佩戴应符合要求。

（4）工作服及里面的衣服上不能有小的装饰物，工作服的口袋内不能存放与工作无关的物品，防止落入产品及设备中。

（5）员工不能留长指甲，男士不能留长发，不留长胡须，女士不化浓妆，不喷香水，不涂指甲、口红等。

（6）进入工作区域内的工作人员不得佩戴手表、戒指、项链、耳环，并且不可在工作帽上添加装饰物。

（7）进入工作区的员工按卫生规范要求洗手，程序为清水→洗手液→清水→消毒液→清水→烘手，洗手包含清洁指甲。

（8）工作服、帽、鞋不能穿出生产区域，需外出时应更换自己的服装。

（9）上厕所、处理被污染的物品及从事与生产无关的其他活动后必须按卫生规范要求洗手、消毒。

（10）不允许在工作区里随地吐痰、挖鼻孔、掏耳朵、剔牙、抓头等，咳嗽和打喷嚏时应当背对生产线并用卫生纸掩住口鼻，然后彻底洗手、消毒。

（11）生产人员不得将与生产无关的个人用品、杂物带入生产车间。工作结束后不允许将围裙、手套等个人物品放在车间内。

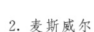
（12）不允许在车间内吃药、吃食物、喝水（饮料）等。

（13）严禁用脚踩、踏成品物料，严禁坐在成品及包装物品上。

六、速溶咖啡部分品牌介绍

1. 雀巢

雀巢公司于 1938 年推出速溶咖啡——雀巢咖啡，并很快就在全球盛行起来。有关数据表明，全球平均每秒就有近 6000 杯雀巢咖啡被卖出，雀巢咖啡已成为世界领先的咖啡品牌。



2. 麦斯威尔

麦斯威尔咖啡凭优良品质和卓著品牌深受消费者欢迎。其中经典的麦斯威尔三合一原味速溶咖啡是经过专家悉心调配研制的。将咖啡、奶末（植脂末）及糖完美搭配，使人随时享受一杯滴滴香浓、意犹未尽的麦斯威尔咖啡。麦斯威尔咖啡精选世界各地的咖啡豆，以特殊的制造工艺烘制出咖啡的最佳风味，是享誉世界的美味咖啡。

3. 克莱士

克莱士咖啡于1963年诞生于德国，在欧洲广受好评。克莱士速溶咖啡的特征是有着微清新的甜味、酸味及浓醇的风味。

4. UCC

UCC咖啡是以定点精心培养、种植的咖啡豆为原料，由日本UCC上岛咖啡株式会社生产、销售的世界著名品牌咖啡。

UCC咖啡口味正宗浓厚，拥有非常高的水准，在美国、牙买加和印度都拥有自己的咖啡豆农场，供应顶级优质的咖啡豆，所有进口的咖啡豆都经过专业鉴定才进入生产，满足了追求咖啡品质和热爱咖啡人士的需求。

5. 哥伦比亚咖啡

哥伦比亚咖啡是少数冠以国名在世界上出售的原味咖啡之一，在质量方面，它获得了其他咖啡无法企及的赞誉。哥伦比亚是世界上最大的阿拉伯种咖啡豆出口国（罗巴斯塔种咖啡种植很少），也是世界上最大的水洗咖啡豆的出口国。与其他生产国相比，哥伦比亚更关心开发产品和促进生产。

哥伦比亚咖啡经常被描述为具有丝一般柔滑的口感，在所有咖啡中，它的均衡度最好，口感绵软、柔滑。

6. 格兰特咖啡

格兰特是德国著名的咖啡品牌，推出了一系列的卡布其诺咖啡，味香芳醇，市面上常见其随身包包装，在饮用时，只需要注入开水，就好像在意大利的咖啡站喝卡布奇诺一样。格兰特咖啡多采用意大利烘焙的咖啡豆，香味芳醇，对味觉的刺激极少，令人回味无穷。

7. 铭咖啡

铭咖啡系列速溶咖啡由新加坡味弛品食集团监制出品，以巴西、哥伦比亚、美国等国的咖啡豆为原料，口感圆润，柔和带酸，但酸的感觉并不重，经特殊工艺精加工调配成速溶粉，分有糖型和无糖型两种口味。因均选用上乘的咖啡豆加工而成，有糖型和无糖型都口味香醇，品质不凡。

8. 捷荣咖啡

1932年，捷荣咖啡创始人黄乔先生从当时咖啡行业中两大著名商号捷臣及荣阳的名字中各取一字，创立“捷荣”，是中国香港著名的咖啡及茶类产品生产商，并于2005年荣获香港政府颁发的“捷荣咖啡品牌最具潜质奖”。

捷荣速溶咖啡主要有纯速溶咖啡和三合一速溶咖啡两种。前者又分为哥伦比亚速溶咖啡、巴西速溶咖啡、印尼速溶咖啡等；后者又分为哥伦比亚三合一咖啡、炭烧三合一咖啡、漠加三合一咖啡。此外，浓香咖啡、薄荷可可咖啡、香橙可可咖啡等口味也深受好评。

七、速溶咖啡标准

介绍我国第一家速溶咖啡生产企业生产的力神咖啡（固体饮料）的企业标准，海口市速

溶咖啡厂企业标准 Q/HSK 0003S—2009《力神咖啡（固体饮料）》。

1. 范围

本标准规定了力神咖啡（固体饮料）的产品分类、技术要求、生产加工过程的卫生要求、试验方法、检验规则及标志、包装、运输、贮存要求。

本标准适用于采用速溶咖啡、植脂末（或起泡性植脂末）、或乳粉、或可可粉（巧克力粉）、白砂糖及食用香料等均匀混合而制成的力神咖啡、浓咖啡、精品（风味）咖啡系列、咖啡味咖啡系列产品的生产控制、检验、贮藏等环节。

2. 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准。然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

GB 317 白砂糖

GB 2760 食品添加剂使用卫生标准

GB 7101 固体饮料卫生标准

GB 7718 预包装食品标签通则

GB 9683 复合食品包装袋卫生标准

GB 9687 食品包装用聚乙烯成型卫生标准

GB 12695 饮料企业良好生产规范

GB 17402 食用氢化油卫生标准

GB/T 191 包装储运图示标志

GB/T 4789.2 食品卫生微生物学检验 菌落总数测定

GB/T 4789.3—2003 食品卫生微生物学检验 大肠菌群测定

GB/T 4789.4 食品卫生微生物学检验 沙门氏菌检验

GB/T 4789.5 食品卫生微生物学检验 志贺氏菌检验

GB/T 4789.10 食品卫生微生物学检验 金黄色葡萄球菌检验

GB/T 4789.15 食品卫生微生物学检验 霉菌和酵母菌计数

GB/T 5009.3 食品中水分的测定

GB/T 5009.8 食品中蔗糖的测定

GB/T 5009.11 食品中总砷及无机砷的测定

GB/T 5009.12 食品中铅的测定

GB/T 5009.46 乳与乳制品卫生标准的分析方法

GB/T 5410 乳粉(奶粉)

GB/T 5009.139 饮料中咖啡因的测定

GB/T 20706 可可粉

QB/T 1505 食用香精

NY/T 604 生咖啡豆

JJF1070 定量包装商品净含量计量检验规则

国家质量监督检验检疫总局令第75号《定量包装商品计量监督管理办法》

国家质量监督检验检疫总局令（2007）第102号《食品标识管理规定》

3. 产品分类

（1）咖啡（或炭烧咖啡、低糖型炭烧咖啡）

采用速溶咖啡、植脂末、精制白砂糖等原料经配料、混合、包装等工序精制而成的咖啡或炭烧咖啡、低糖型炭烧咖啡。

（2）浓咖啡

采用速溶咖啡、植脂末、精制白砂糖等原料经配料、混合、包装等工序精制而成的浓咖啡，其中咖啡因的含量≥400mg/kg。

（3）精品（风味）咖啡系列

采用速溶咖啡、植脂末（或起泡型植脂末）、或乳粉、或可可粉、白砂糖及食用香料等原料经配料、混合、包装等工序精制而成的具有卡布奇诺、香草、拿铁、摩卡、蓝山等风味的精品（风味）咖啡。

（4）咖啡味饮品系列

采用速溶咖啡、植脂末（或起泡型植脂末）、或乳粉、或可可粉（巧克力粉）、白砂糖及咖啡香精和食用香料等原料经配料、混合、包装等工序精制而成的咖啡味饮品。

4. 技术要求

（1）主要原辅材料

① 速溶咖啡。所使用的原料生咖啡豆应符合NY/T 604要求，制成的速溶咖啡粉应符合Q/HKS 1企业标准的要求。

② 白砂糖。应符合GB 317要求。

③ 植脂末（奶精）。应符合Q/HKS 15企业标准的要求。

④ 乳粉。应符合GB/T 5410乳粉的要求。

⑤ 巧克力粉或可可粉。应符合GB/T 20706的要求。

⑥ 食用香精。应符合QB/T 1505《食品香精》的要求。

（2）感官要求

感官要求符合表5-1要求。

表5-1 感官要求

项目	要求			
	咖啡（炭烧咖啡、低糖型炭烧咖啡）	浓咖啡	精品（风味）咖啡系列	咖啡味系列
色泽	呈褐色与黄白色的混合色	呈褐色与黄白色的混合色	呈褐色与乳白色的混合色（其中摩卡咖啡呈棕色或浅棕色）	呈浅褐色与黄白色的混合色
气味和滋味	具有纯正炭烧咖啡的香味，甜味，略带苦味，无异味	具有纯正炭烧咖啡的浓香味，甜味，略带苦味，无异味	具有咖啡的香味，同时具有不同香料所形成的香气特征，如卡布奇诺、香草、拿铁、摩卡、蓝山、陈皮、肉桂等风味的咖啡，无异杂味	具有咖啡的香味，甜味，略带苦味，无异味

续表

项目	要　求			
	咖啡（炭烧咖啡、低糖型炭烧咖啡）	浓咖啡	精品（风味）咖啡系列	咖啡味系列
组织形态	呈颗粒与粉末混合状，松散，无结块，冲调后溶液呈褐色或黄褐色	呈颗粒与粉末混合状，松散，无结块，冲调后溶液呈深褐色或棕褐色	呈颗粒与粉末混合状，松散，无结块。其中（卡布奇诺、香草、拿铁、摩卡）等咖啡冲调后表面有一层泡沫，静置5min内不消失。其中摩卡、陈皮、肉桂冲调后允许有少许沉淀	呈颗粒与粉末混合状，松散，无结块。冲调后溶液呈浅褐色与黄白色的混合色
杂质	无肉眼可见的外来杂质	无肉眼可见的外来杂质	无肉眼可见的外来杂质	无肉眼可见的外来杂质

(3) 理化指标

理化指标应符合表5-2的规定。

表5-2　理化指标

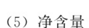
项　目	指　标			
	咖啡（炭烧咖啡、低糖型炭烧咖啡）	浓咖啡	精品（风味）咖啡系列	咖啡味系列
水分/(%)，≤	3.0	3.0	3.5	3.5
咖啡因/(%)，≥	0.20	0.40	0.2	0.05
溶解度/(%)，≥	96.0	96.0	—	—
总糖（以蔗糖计）/(g/100g)，≤	78（其中低糖型炭烧咖啡冲调后蔗糖含量≤5g/100g）	78	78	78
总砷（以As计）/(mg/kg)，≤	0.5	0.5	0.5	0.5
铅（以Pb、计）/(mg/kg)，≤	1.0	1.0	1.0	1.0

(4) 微生物指标

微生物指标应符合表5-3要求。

表5-3　微生物指标

项　目	指　标
菌落总数/(CFU/g)，≤	1000
大肠杆菌/(MPN/100g)，≤	40
霉菌数/(CFU/g)，≤	50
致病菌（沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌）	不得检出



(5) 净含量

净含量应符合《定量包装商品计量监督管理办法》规定。

5. 生产加工过程中的卫生要求

生产加工过程中的卫生要求应符合 GB 12695 要求。

6. 试验方法

(1) 净含量

按 JJF 1070 定量包装商品净含量计量检验规则执行。

(2) 感官指标

按 GB 7101 感官检验要求测定。

(3) 水分

按 GB/T 5009.3 规定方法测定。

(4) 总糖的测定

按 GB/T 5009.8 规定方法测定。

(5) 咖啡因的测定

按 GB/T 5009.139 规定方法测定。

(6) 溶解度的测定

按 GB/T 5009.46 的规定方法测定。

(7) 总砷

按 GB/T 5009.11 规定执行。

(8) 铅

按 GB/T 5009.12 规定执行。

(9) 菌落总数

按 GB/T 4789.2 规定的方法执行。

(10) 大肠菌群

按 GB/T 4789.3 规定的方法执行。

(11) 霉菌

按 GB/T 4789.15 规定的方法执行。

(12) 致病菌

按 GB/T 4589.4、GB/T 4789.5、GB/T 4789.10 规定的方法执行。

7. 检验规则

(1) 组批

以同一班次、同一生产线、同一生产日期生产的同品种、同规格的产品为一组批。

(2) 抽样方法

按每批产品总数的千分之一从不同堆放部位随机取样，但不得少 4 件（袋），尾件超过 500 件（袋）者，须增取 1 件（袋），总量不少于 0.8kg。

(3) 检验

① 出厂检验。产品出厂应经厂质检部检验，检验项目包括感官要求、净含量、水分、咖啡因、溶解度、总糖、菌落总数、大肠菌群，检验项目合格方可入库出厂。

② 型式检验。型式检验是对产品进行全面考核，即本标准规定的全部要求进行检验。



有下列情况之一者进行型式检验。

a. 每三个月进行季度抽检。

b. 发生重大工艺改进时。

c. 长期停产后（2 年以上），恢复生产时。

d. 国家质量监督机构或主管部门提出型式检验要求。

（4）判定规则

① 检验项目全部符合标准要求时，可判定整批产品为合格品。

② 微生物指标不符合标准要求，可判定整批产品为不合格品，不得复检。

③ 其他项目（除微生物）指标不符合标准要求，则可抽取两倍样品对不符合项进行复检，以复检结果为准。若属不影响健康安全的指标不符合要求的，可作次品或等外品处理。

8. 包装、标志、运输、贮存

（1）标签

销售包装标签应符合 GB 7718 及《食品标识管理规定》的要求规定执行。

（2）包装

① 产品包装纸箱标志应符合 GB/T 191 的规定，同时应标明：产品名称、净含量、总重及内装数量，生产厂名、厂址、生产日期、产品标准代号，并印有小心轻放、防潮、防热等字样或标志。

② 产品采用复合铝箔袋作包装，或按合同规定包装，包装材料应符合相应的 GB 9683 的规定，产品封口严密，不允许有空隙和渗漏现象。

③ 外包装纸箱表面应作防潮处理，箱口用透明胶带紧密贴牢，箱外以塑料带捆紧或按合同规定包装。

（3）贮存

产品须保存在干燥、通风，远离热源的地方，室温不超过 35℃，相对湿度不超过 80%的货仓内，不得与高温、易燃、易爆、有毒和易挥发气味的物品堆放在一起。产品堆放时，下面须垫放木板。垫板离地面不少于 10cm，堆垛离内墙至少 20cm，堆垛采用骑缝堆，每垛高度不得超过 1.5m，垛上面禁放置其他物品。

（4）运输

产品运输或保管时，应避免雨水浸淋和日光照射，同时要小心轻放，避免运输挤压，严禁与有毒、有害、有异味的物品混装运输。

9. 保质期

在标准规定的保管和运输条件下，自包装之日起产品保质期为 24 个月。

第二节　冻干速溶咖啡的加工

速溶咖啡是从焙磨咖啡中提取有效成分后经干燥而生产的，此过程不免会有一部分芳香物质散失而使成品的风味、口感比不上直接煮焙磨咖啡浓郁纯正。因此，自速溶咖啡诞生以来，回复焙磨咖啡的风味和口感就一直成为速溶咖啡生产者不断努力的方向，并且逐步发展了“喷雾干燥咖啡”“凝聚增香咖啡”“冻干咖啡”三代速溶咖啡产品。其中，利用真空冷冻干

燥技术生产的冻干速溶咖啡是目前世界上品质最佳、风味和口感最好的速溶咖啡。它彻底避免了喷雾干燥咖啡或凝聚增香咖啡生产中高温干燥过程对咖啡品质的影响，完好地保留了焙磨咖啡的风味和口感，使速溶咖啡的品质得到很大的提高。当然其售价也比喷雾干燥速溶咖啡高出 50%～100%。我国最大冻干速溶咖啡生产项目于 2016 年 11 月正式落户重庆保税港区。

近几年，我国冻干技术在食品工业上的应用发展很快，国产冻干设备的技术水平得到很大的提高，有的甚至与国外先进的技术水平非常接近，而价格仅为进口设备的 1/5～1/4，这为国内咖啡生产企业开发冻干速溶咖啡提供了良好的条件。

一、冻干速溶咖啡技术的作用机理

根据热力学中的相平衡理论，水的三相点（气、液、固三相共存）温度为 0.0098℃，压力为 4.579mmHg，如图 5－4 所示。

在水的相变过程中，当压力低于三相点压力时，固态的冰可以直接升华为气态的水蒸气逸出，而不经过转化为液态水。对于溶液中的水而言，同样存在三相点，只是压力和温度更低罢了。冻干速溶咖啡技术就是利用这一特性，使咖啡浓缩液在低温冻结，其中的水分被冻结成细小的冰晶微粒，然后在高真空条件下加热升华，从而实现低温干燥的目的。物料的升华干燥过程如图 5－5 所示。

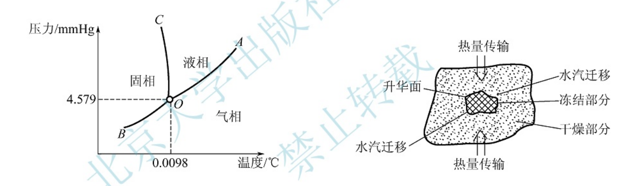


图 5－4 热力学相平衡

（资料来源：符伟扬，2000. 冻干技术在速溶咖啡生产中的应用［J］. 包装与食品机械，18（4）：19－21.）

图 5－5 物料的升华干燥过程

（资料来源：符伟扬，2000. 冻干技术在速溶咖啡生产中的应用［J］. 包装与食品机械，2000，18（4）：19－21.）

随着干燥过程的进行，升华面由表及里向物料颗粒的中心推进，升华面上的冰晶不断升华为气体逸出，沿着细孔散到周围环境中并不断被抽走，以使周围环境的气压始终低于升华面上的饱和蒸汽压，这样才能形成水汽向外迁移的动力。另外，升华所需热量由加热体通过辐射、传导等方式不断输给冻结部分，维持升华的不断进行。

二、冻干速溶咖啡加工工艺流程

冻干速溶咖啡加工工艺流程：咖啡粉→热水萃取→过滤→咖啡渣再用热水萃取两次→过滤→合并滤液→减压浓缩→充模→预冻→冻结→降温、破碎及筛分→干燥→装袋及分装→成品。

三、冻干速溶咖啡生产所需主要设备布局

冻干速溶咖啡加工工艺中，预处理、烘焙、研磨、萃取、浓缩等工艺非常成熟并已得到广泛应用，在此不再加以讨论。以下主要探讨如何以上述工序制成的咖啡浓缩液为原料，加工成理想的冻干速溶咖啡。图 5-6 所示为冻干速溶咖啡生产主要设备布局，主要由片式热交换器、片冰机、冷冻隧道、双辊破碎机、两级振动筛、提升机、真空冷冻干燥机，以及相配套的制冷系统、真空系统、加热系统、输送系统、监控系统及其他辅助设施组成。

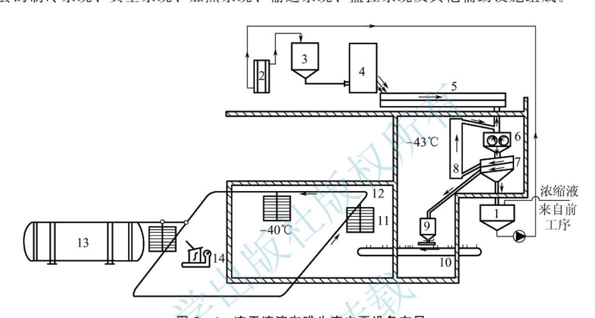


图 5-6　冻干速溶咖啡生产主要设备布局

1—浓缩液贮罐；2—片式热交换器；3、9—贮罐；4—片冰机；5—冷冻隧道；6—双辊破碎机；7—两级振动筛；8—提升机；10—输送带；11—小吊车；12—天轨；13—真空冷冻干燥机；14—台秤

（资料来源：符伟扬，2000. 冻干技术在速溶咖啡生产中的应用［J］. 包装与食品机械，18（4）：19-21.）

四、冻干速溶咖啡生产主要工艺

1. 浓缩

用作冻干速溶咖啡原料的浓缩液浓度一般为 40%。这样可以提高干燥效率，减小设备投资及能耗；而且有利于控制成品颗粒的比重，因为干燥过程几乎不改变物料的形状，确定一定的浓度就基本确定了成品的比重。

2. 预冻

浓缩液的原始温度约 50℃。为了减少芳香物质的挥发，同时也为了减少片冰机的负荷，必须预先把浓缩液冷却到较低的温度。但此时还不能让物料有所冻结，否则将影响物料在管道中的输送和在片冰机中的操作。一般可采用片式热交换器将物料冷却至 0～3℃。

3. 冻结

冷却的物料经管道输送到片冰机，在这里物料从液态转变为固态。此时须注意保证物料冻结的均匀性，因为这关系到成品颜色的均匀。为此可把冰片的厚度调小一些，建议取 3～4mm。由于厚度较薄，制冷快速而均匀，不会出现冻结分层的现象，冰晶微粒比较

细密均匀。值得注意的是，自此后续的工序中，凡与冻结的物料接触的物体的温度须精确控制，最好与物料同温，以防止物料局部融化，影响产品的质量甚至影响操作的正常进行。片冰机的制冷剂蒸发温度为－30℃，制成的冻结物料颗粒（片状）大小为5～10mm，温度约为－10℃。

4. 降温、破碎及筛分

为了在冻干过程中物料有大的升华面提高干燥效率；同时也由于成品的包装及冲饮习惯所需，我们需要更细的物料颗粒（约2mm，即10目）。因此需要对前述的片状颗粒进行破碎。但片冰机出来的物料颗粒温度仅为－10℃，此温度下物料硬度不足，不利于破碎的进行，还会由于破碎生热及挤压的影响而使物料局部融化。因此，在破碎前使物料先通过冷冻隧道使温度降到－43℃，然后送入双辊破碎机进行破碎。5∶1以下的破碎比较容易一次完成。破碎后的小颗粒粗细不一，直接落入两级振动筛，在此物料颗粒被筛分为三部分：最上面一层是较粗的颗粒，经提升机输送返回破碎机再次破碎；中间一层是合格的，粗细均匀的颗粒，送到贮罐贮存，并用预先冷却到合适温度的盘子装好，吊在小吊车上存放在贮存室内以备成批地送入真空冷冻干燥机中干燥；最下面一层是太细的颗料和粉末，落入浓缩液贮罐中混合并融化，同时也作为一部分冷源对浓缩液进行初步冷却，以充分利用能源。上述双辊破碎机、两级振动筛、提升机和贮罐都安装在一间封闭、隔热的车间内，其内温度冷却到－43℃。而片冰机、冷冻隧道只是内部制冷，周围是常温。

5. 干燥

真空冷冻干燥按批次进行，在贮存室内（－40℃）贮存的物料已一盘一盘装好并装在小吊车上，小吊车通过天轨可以很便捷地把物料送入真空冷冻干燥机中，以防止物料在室温中暴露过久而局部融化。一趟物料装完后立即关上仓门，并开始抽真空直至0.5mbar。在这样的压力下咖啡颗粒可在－27℃的温度下完成脱水。冰晶升华所需热量由真空冷冻干燥机内置的加热板通过辐射方式提供，以保证物料受热尽量均匀。升华产生的水蒸气由真空泵抽到冷凝器内收集起来，以维持真空冷冻干燥机内的真空度。

6. 装袋及分装

冻干咖啡颗粒布满微孔，暴露在空气中极易返潮。因此干燥结束后要尽快地把成品装入薄膜袋中封口保存。分装车间应保持相对湿度30%～40%，温度25℃以下。

五、冻干速溶咖啡的质量

1. 感官指标

感官指标见表5-4。

表5-4 冻干速溶咖啡感官指标

项目	标准
外观色泽	片剂形状完整，表面光滑，呈深棕褐色，颜色均匀且有光泽
滋味与香味	风味纯正，具有咖啡浓郁香气

2. 理化指标

理化指标见表5-5。

表 5-5　冻干速溶咖啡理化指标

项　目	标　准
片重/g	0.6（1±5%）
水分/(%)	2.0
咖啡因/(%)	>1.5
铅/(mg/kg)	<0.1
砷/(mg/kg)	<0.5
溶解时间/s	<30
溶解度/(%)	≥99

3. 微生物指标

微生物指标见表 5-6。

表 5-6　冻干速溶咖啡微生物指标

项　目	标　准
菌落总数/(CFU/g)	≤1000
霉菌数/(CFU/g)	≤50
致病菌	不得检出

冻干速溶咖啡为多孔状物质，在浓缩液冻结过程中与冷冻隧道传送带接触的部分在冻干后表面有光泽，颜色为深咖啡色，按压冻干后的成品有“啪”的响声，这表明冻干后的成品有一定的硬度，可以保证在包装和运输过程中不易破碎，保持外观的形状不被破坏。

六、冻干速溶咖啡的特点

冻干速溶咖啡较好地保留了咖啡的原有风味，由于具有疏松多孔的内部结构，溶解速度快，是方便计量的速溶咖啡，可以容易地控制所得饮料的浓度。

（1）由于干燥过程在低温和高真空度下进行，热敏性很强的芳香物质得以保留，因此其香气浓郁，口感纯正。

（2）冻干速溶咖啡颗粒内部布满水蒸气逸出时留下的微孔，类似海绵状，因此速溶性非常好。

（3）干燥过程不改变颗粒形状，因此制成的咖啡颗粒保持经冻结、破碎而得的棱角分明的小砂粒状，无干裂，无收缩，无表面硬化，色泽和形态都很理想。

第三节　咖啡伴侣的加工

为缓和咖啡的浓烈苦涩和酸味，人们在饮用咖啡时，习惯加入糖和咖啡伴侣。咖啡伴侣的主要作用是改善口感，提供均衡营养，赋予产品“奶感”。咖啡伴侣通常分液状和粉状两大类。目前，大家所熟悉的“咖啡伴侣”（俗称“奶精”）主要成分为植脂末，是以植物油脂为主要原料，同时加适量的糖浆、乳蛋白、乳化剂、稳定剂等混合而成，经过乳化均质、喷

雾干燥而成的一种柔和细腻、奶香浓郁的粉末制品。植脂末种类繁多、功能各异、应用广泛，其生产历史可追溯至20世纪50年代。我国于20世纪90年代研制出植脂末，现在已广泛应用于烘焙食品配料、冷制食品配料、糖果配料、固体饮料配料等。

一、咖啡伴侣配方及各成分作用

咖啡伴侣的原材料选择和配方是生产较高质量产品的关键，特别是油脂品种的选择，如果植物油脂的熔点过高或过低，那么配方再科学，工艺再合理，也不能生产出质量合格的咖啡伴侣。乳化剂的选择和配比及稳定剂的选择和配比也很重要。咖啡伴侣的配方及各成分的作用W. H. Kuightly等早有报道。典型的植脂咖啡伴侣配方列于表5-7。

表5-7 典型的植脂咖啡伴侣配方

原　　料	液状制品/(%)	喷雾干燥制品/(%)
植物脂	3.0～18.0	35～45
蛋白质	0.5～3.0	4.5～10.0
玉米糖浆固形物	1.5～10.0	40～60
砂糖	0～3.0	—
乳化剂	0.1～1.0	0.2～3.0
稳定剂	0～0.5	—
磷酸盐缓冲剂	0.1～1.0	1.0～2.0
香料	适量	适量
色素	适量	适量
水	加至100%	—
抗结块剂	—	适量

（资料来源：蔡云升，毛上君，1990. 咖啡伴侣. 食品工业(6)：22-24.）

1. 植物脂

植物脂是咖啡伴侣的重要组成部分，一般占总量的35%～45%（喷雾干燥制器）。它可以改善咖啡伴侣的组织结构，给予细腻、光滑的外观，产生浓郁、厚实的口感，给予伴侣以优美的香气和滋味。一般植物油在常温下呈流体状态，缺乏硬脂应有的硬度、稠度、凝固性、黏度等，不适宜作为咖啡伴侣的专用脂肪。大多数植物油含有较高比例的油酸和亚油酸等不饱和脂肪酸，化学性质较不稳定，氧化作用导致酸败和哈败变质现象，因此必须对植物油进行有目的的改造提炼，通过氢化使液态油变为固态油，通过化学组成的改变来达到物理特性的改变。油脂通过精炼并氢化后，不饱和脂肪酸达到适当的饱和程度，从而得到固态的植物脂，提高稳定性。改变油脂原来的性状，呈白色或淡黄色，无臭无味，其可塑性、乳化性和稠度都较理想。供选用的氢化植物油有以下几种：椰子油、棕榈油、红花油及大豆油。在配方中采用一种或两种以上拼合，可按口味的不同进行调整。

2. 蛋白质

市售的咖啡伴侣中蛋白质含量并不高，占0.5%～3.0%（指液态品），一般为2.5%。

蛋白质通常使用酪朊酸钠（即酪蛋白酸钠），其营养价值高、稳定性强。酪朊酸钠是一种安全无害的食品添加剂，具有较强的增稠、乳化作用。在食品加工中能增进脂肪和水的保留，有助于各成分的均匀分布，进一步改进制品的质地和口感。酪朊酸钠蛋白质含量很高，达到90％以上，营养价值很高。咖啡伴侣中加入酪朊酸钠，能显著提高咖啡的蛋白质含量并改善咖啡的颜色（增白）。酪朊酸钠有很强的乳化作用，可以大大提高乳状液的乳化效果，在脂肪球表面和乳化剂一起形成保护膜，由于乳化效果的提高，脂肪球更加细小，不但提高了增白效果，还大大改善了制品的醇厚口感，后香味明显增强。另外，酪朊酸钠的热稳定性非常好，这对喷雾干燥生产咖啡伴侣非常有利。酪朊酸钠的质量对咖啡伴侣的影响较大，国产酪朊酸钠的溶解性和口感稍差。此外，也有用植物蛋白来生产咖啡伴侣的，但达不到酪朊酸钠的效果。

3. 糖类

咖啡伴侣中的糖可赋予产品甜味和提高产品浓郁的品质，其原料是淀粉糖浆。淀粉糖浆具有甜度低、亲水性好等特点，可以与植物脂形成稳定态的混合体，突出产品中其他原料的特殊风味，赋予产品合适的黏度。淀粉糖浆通常用麦芽糊精和麦芽糖浆，有时还可根据需要加入少量蔗糖。麦芽糊精的DE（葡萄糖当量）值以20％左右最好，低了溶解性差，高了虽然溶解性较好，但甜度、吸湿性增强，作为壁材由于其玻璃化熔点降低导致成膜性变差，使油脂的包埋效果降低，因此也不适合作为咖啡伴侣的原料。而DE值20％左右的麦芽糊精溶解性较好，成膜性良好，甜度较低适合作为咖啡伴侣的原料；为了提高溶解性，增加产品外观密度，协调口感，还可加入麦芽糖浆或蔗糖。另外，糖浆要经过脱色和离子交换进行精制，不能有淀粉或糊精味，这样才能生产出口味醇正的优质产品。

4. 乳化剂

生产咖啡伴侣必须使用乳化剂，一般使用单脂肪酸甘油酯（简称单甘酯）、司盘60、硬酯酰乳酸钠等，使用单一的乳化剂一般达不到效果，可采用多个乳化剂复配使用，最好使用亲水性和亲油性的乳化剂复配，以发挥更好的协同增效作用，使产品更加稳定，具体品种及配比需要通过实验确定。

5. 稳定剂

为了保持酪朊酸钠的稳定性，需要加入具有缓冲作用的磷酸盐类（如三聚磷酸钠、磷酸氢二钠等），调节体系pH远离酪蛋白的等电点，同时络合钙镁离子，避免酪蛋白凝聚。由于咖啡是酸性的，并且酸的含量较高，因此咖啡伴侣中缓冲盐类用量较大，以保证与咖啡冲调后，仍能维持较高的pH，避免在酪蛋白的等电点附近，造成酪蛋白凝聚，使乳化体系破坏，蛋白析出，油脂分离。

6. 风味剂和着色剂

生产咖啡伴侣一般不必加入香精等风味物质，但有时为更好地突出乳香，并掩盖其他不良气味，也可以添加乳香型的香精，使香味纯正细腻。咖啡伴侣在配方科学、加工工艺合理的情况下，增白效果已经能够达到要求，但有时为了弥补增白效果不足，也可以选择添加食品级的二氧化钛等。

二、咖啡伴侣加工工艺

有了科学的产品配方，还要有合理的加工工艺才能生产出高质量的产品。咖啡伴侣加工

主要工序有配料、乳化、均质、喷雾干燥、冷却、筛分、计量、包装。

1. 配料

咖啡伴侣的配料主要分为水相的制备和油相的制备，水和水溶性的物质制成水相，油和油溶性的物质制成油相。水相物质包括水、麦芽糊精、麦芽糖浆、酪朊酸钠、磷酸盐类等，油相物质包括植物油、乳化剂、油溶性香精。

水相制备：把一定量的净化水（要用软化水）加热至75～80℃，依次加入三聚磷酸钠等缓冲盐类，搅拌数分钟后加入酪朊酸钠，高速搅拌，时间不少于15min，以使酪朊酸钠充分溶解、水化。酪朊酸钠的充分溶解和水化是水相制备的关键，只有充分的溶解和水化，才能充分发挥酪朊酸钠的乳化、增稠、增白等功能性作用。然后与计量好并加热至70℃左右的淀粉糖浆混合，搅拌均匀，制成水相备用。

油相制备：把计量好的植物油加入带夹套加热的化油罐，化油罐内严禁有水，加热至75～80℃并完全熔化，然后加入单甘酯等乳化剂，搅拌使其充分溶解，制成油相备用。

2. 乳化

乳化是咖啡伴侣生产的关键工序，由于水和油不相溶，必须强加外力使之分散。乳化一般采用高速乳化，转速一般为2800～3600r/min，可以分为间歇乳化和连续乳化。通过高速运转的剪切头把油相迅速剪切、打碎成细小脂肪球，形成均匀稳定的乳状液，脂肪球越细小，乳状液越稳定，乳化效果也越好。为了提高乳化效果，一般先低速乳化一段时间，再高速乳化至达到要求。一般采用1800r/min乳化5～8min，3600r/min乳化14～16min。此外，乳化时的料液温度特别重要，温度太低，物质不能充分溶解，达不到最佳乳化效果；温度太高，物料分子和水分子能量增大，分子运动加快，不易稳定结合在一起，因此乳化效果反而下降，并且由于温度高，料液易返黄，影响成品色泽。乳化温度一般保持在70～75℃，时间一般为20～25min。

3. 均质

均质是对乳化后料液的后处理工序。乳化后的料液其脂肪球仍较大，并且粒径大小相差较大，因此其稳定性、增白效果及口感均达不到要求。通过高压均质机的挤压、剪切和空穴爆破作用，使脂肪球更加细小，并且粒径更均匀，显著提高产品的稳定性、增白效果，使口感更加细腻，后味更浓郁。均质一般均采用二级均质，均质压力一般为30～40MPa，一级均质20～26MPa，二级均质10～12MPa。开始均质时由于未达到正常工作压力要进行打回流。压力太低达不到均质效果，太高则增加效果不明显，并且动力消耗大，温度上升幅度也大，影响产品的质量。由于乳化、均质温度均较高，达到了杀菌效果，因此不必再进行杀菌处理。

4. 喷雾干燥

均质后料液被打入贮罐，进行喷雾干燥。喷雾干燥前，首先要进行烘塔（即干燥塔升温），待排风温度达到110～120℃时开高压泵开始进料，起始压力一般较低，数分钟后根据喷雾情况及排风温度逐渐调整压力至工作压力，进风温度一般为150～160℃，排风温度维持在80～85℃。根据下料情况随时调整。喷雾干燥操作对产品质量影响很大，将直接影响产品的颗粒度、流动性、溶解性及油脂的包埋率等。

5. 冷却、筛分、计量、包装

喷雾干燥后料粉进入振动流化床进行冷却，此时可根据需要加入抗结剂1～1.5kg/t，

然后经振动筛筛分、接粉、计量、包装，经检验合格后入库。包装车间要特别注意环境卫生，控制好产品的微生物指标。

三、国内咖啡伴侣存在的问题

植脂奶精在我国生产已有十几年的时间，生产厂家较多，生产技术水平和产品质量也得到了很大的提高。但咖啡伴侣作为一种特殊的并且质量要求更高的植脂奶精，只有少数厂家生产质量较好，普遍存在以下问题。

1. 增白效果差

国内生产的咖啡伴侣普遍存在的问题之一就是增白效果差。咖啡伴侣又叫咖啡增白剂，显然与咖啡冲调后的增白效果是其重要指标。出现增白效果差的重要的原因是乳化效果达不到要求，这和乳化设备、乳化工艺及均质有较大关系，更重要的是乳化剂的选择和合理搭配。

2. 咖啡伴侣与咖啡冲调后稳定性差

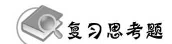
国内生产的咖啡伴侣与咖啡冲调后出现或多或少的漂浮物，即通常所说的浮白现象，较轻的出现一层细小的白膜，较严重的则出现较大的颗粒状悬浮物或漂浮物，即使有的冲调后不马上出现这种情况，但过半小时后也出现明显的一层漂浮物。出现这种情况的原因是多方面的。首先是油脂的选择，如果选用的油脂熔点较高，则生产的咖啡伴侣在与咖啡冲调后容易出现漂浮物，特别是冷却后更加明显；其次是乳化剂的选择和配比，以及磷酸盐的选择和用量，乳化不好稳定性肯定差，因为咖啡是酸性的，选用一种耐酸性的乳化剂很重要。另外，由于体系中有酪朊酸钠，其等电点是 pH 为 4.6，而咖啡伴侣与咖啡冲调后 pH 大大降低，容易接近酪蛋白的等电点，造成蛋白凝聚，使乳化体系破坏，产生较多的漂浮物，因此选用缓冲能力较大的磷酸盐及较适宜的用量是很重要的，使冲调后的 pH 远离酪蛋白的等电点，这样稳定性就显著提高。当然，合理的工艺也是很重要的。

3. 口感淡薄，后香味不足

这不单是我国咖啡伴侣存在的现象，也是我国植脂奶精普遍存在的问题。作为食品，口感是很重要的，这种情况的产生和油脂的选择、产品配方及加工工艺有直接的关系。首先是油脂的选择，其熔点稍低于人体体温是很重要的，因为油脂在液态条件下才能释放其本身风味及添加的其他风味物质的风味，因此采用熔点较高的油脂生产咖啡伴侣是很难达到口感醇厚、后香浓郁的目的的；其次是产品配方，科学的产品配方及严格地按产品配方生产对保证产品质量很关键，如确定配方中的乳化剂时，只有采用高效的乳化剂才能达到高效的乳化效果，使脂肪球非常细小，细小的脂肪球比表面积较大，与口腔味蕾的接触面大，因此产生的味感较强以达到良好效果；再次是合理的加工工艺，再科学的配方若没有合理的工艺也是很难达到要求的，只有以上三方面都达到最佳的结合才能达到口感醇厚、后香浓郁的良好效果。

4. 气味不纯正

我国咖啡伴侣容易出现气味不纯正的问题，这主要是原料的问题。椰子油和氢化棕榈仁油的气味是很淡的，而有的油脂本身的气味较大，如棕榈油，若精炼不够，也会有较大的气味，以致影响产品的口感和气味；酪朊酸钠的质量也很重要，如其有异味，也将影响咖啡伴侣的气味；淀粉糖浆若精制不够，如没经过离心处理，则产品会有较明显的糊精味。



1. 速溶咖啡加工时生咖啡豆是如何进行预处理的？
2. 速溶咖啡加工时为什么要进行掺和调配？
3. 速溶咖啡加工时的干燥有喷雾干燥和冷冻干燥，两者有什么区别？
4. 简述速溶咖啡冷冻干燥的工艺过程。
5. 改善速溶咖啡质量的方法有哪些？
6. 简述速溶咖啡加工卫生要求及管理。
7. 速溶咖啡有哪些品牌？
8. 咖啡伴侣的主要成分有哪些？其作用各是什么？
9. 简述咖啡伴侣的加工工艺。
10. 国内加工的咖啡伴侣存在的问题有哪些？

【实验实训】

实验实训一　小粒种咖啡液体风味与浸泡温度的关系

一、实验目的

（1）理解小粒种咖啡萃取的原理。

（2）掌握小粒种咖啡萃取的浸泡操作。

（3）了解小粒种咖啡萃取与温度的对应关系。

二、实验原理

萃取指利用化合物在两种互不相溶（或微溶）的溶剂中溶解度或分配系数的不同，使化合物从一种溶剂转移到另外一种溶剂中。萃取是生产速溶咖啡过程最复杂的中心部分。温度和压力是萃取过程中最直接的两个参数，其中温度起决定性作用。烘焙小粒种咖啡中的可溶物约占25%，在常压和100℃下萃取率可达30%，当温度达到180℃时，可以将一些高分子的碳水化合物萃取出来，从而使萃取率提高10%～20%，这些高分子碳水化合物有利于芳香成分的结合，达到调整风味的效果；但温度高于190℃时，萃取物中就有不好风味的物质。

三、仪器用具、试材

仪器用具：烘焙机、粉碎机、杯品用具全套、托盘天平（感量为0.001g）、白色瓷盘、色度仪、温度计、计时器、500mL烧杯。

试材：小粒种咖啡豆。

四、实验步骤及方法

（1）烘焙。将小粒种生咖啡豆放入烘焙机中加热，当二爆开始时立即停止取出，放于白色瓷盘中冷却。

（2）粉碎。取烘焙的小粒种咖啡豆粉碎为粒度在30～40目的粉末。

（3）浸泡。分别取粉碎好的小粒种咖啡粉8.25g，放入冲泡杯中，分别加入100℃、

80℃、60℃的水约150mL，用勺击碎帽状外壳，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，保证所有的粉都浸湿，并沉入杯底，停留4min，撇出小粒种咖啡液体，分装品尝。为减少杯品误差，每次至少3杯。

(4) 测定。取撇出的不同浸泡温度的小粒种咖啡液体在色度仪上测定L值、a值、b值。色度仪校正后，将小粒种咖啡液体加入石英管中，放入色度仪测色差度（三次重复测量）。

(5) 品尝。第一步是评价小粒种咖啡豆的香气，用力吸闻刚刚被粉碎的咖啡所释放出来的气体。第二步是检查咖啡液的香味，将不同冲泡温度刚冲泡好的小粒种咖啡液体放于鼻下用力吸；用一只特制的咖啡勺，一般是容量为8～10mL的圆汤勺，取出6～8mL的小粒种咖啡液体放到嘴前，并用力快速啜入小粒种咖啡液体，使其均匀分布在舌头的表面，仔细体味小粒种咖啡液体的味道和气味；把小粒种咖啡液体含在口中几秒，然后咽下一小部分，迅速紧闭咽喉把留在后腭的水汽送入鼻腔，感觉小粒种咖啡液体的回味；最后评价小粒种咖啡液体的口感。

五、实验记录及结果

将实验的数值记录于表5-8中，根据实验数值得出结果。

表5-8 不同温度测定的色度和杯品

	*L*值	*a*值	*b*值	香味	苦味	酸味	回味	醇度
100℃								
80℃								
60℃								

结果：

六、问题思考

(1) 为什么高温度的水冲泡出的速溶咖啡气味与低温度的水冲泡出的差异较大？

(2) 为什么高温度的水冲泡出的速溶咖啡味道好？

(3) 低温度的水冲泡出的速溶咖啡味道为什么会淡？

实验实训二 小粒种咖啡不同萃取次数的萃取液体差异实验

一、实验目的

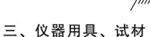
(1) 理解小粒种咖啡萃取的原理。

(2) 掌握小粒种咖啡萃取液体的比较方法。

(3) 了解小粒种咖啡萃取液体之间的差异及联系。

二、实验原理

萃取指利用化合物在两种互不相溶（或微溶）的溶剂中溶解度或分配系数的不同，使化合物从一种溶剂转移到另外一种溶剂中。首先萃取出来的小粒种咖啡液，香气最好，称为芳香液，约占该批小粒种咖啡液的20%；余下的称为萃取液，约占80%，二者统称为小粒种咖啡萃取液。小粒种咖啡萃取液为弱酸性，一般pH小于5.5。



三、仪器用具、试材

仪器用具：烘焙机、粉碎机、杯品用具全套、托盘天平（感量为 0.001g）、白色瓷盘、色度仪、温度计、计时器、500mL 烧杯。

试材：小粒种咖啡豆。

四、实验步骤及方法

(1) 烘焙。将小粒种咖啡豆放入烘焙机中加热，当二爆开始时立即停止取出，放于白色瓷盘中冷却。

(2) 粉碎。取烘焙好的小粒种咖啡豆粉碎为粒度在 30～40 目的粉末。

(3) 浸泡。分别取粉碎好的小粒种咖啡粉 10g，放入冲泡杯中，冲入 100mL 100℃的水，计时，用勺击碎帽状外壳，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，0.5min 后撇出小粒种咖啡液体，放于干燥的杯中品尝；再冲入 100mL 100℃的水，计时，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，0.5min 后撇出小粒种咖啡液体，放于干燥的杯中品尝；重复三次，共浸泡五次。

(4) 测定。取撇出的不同冲泡次数的小粒种咖啡液体在色度仪上测定 L 值、a 值、b 值。色度仪校正后，将小粒种咖啡液体加入石英管中，放入色度仪测色差度（三次重复测量）。

(5) 品尝。将不同冲泡次数的小粒种咖啡液体放于鼻下用力吸；用一只特制的咖啡勺，一般是容量为 8～10mL 的圆汤勺，取出 6～8mL 的小粒种咖啡液体放到嘴前，并用力快速啜入小粒种咖啡液体，使其均匀分布在舌头的表面，仔细体味小粒种咖啡液体的味道和气味；把小粒种咖啡液体含在口中几秒，然后咽下一小部分，迅速紧闭咽喉把留在后腭的水汽送入鼻腔，感觉小粒种咖啡液体的回味；最后评价小粒种咖啡液体的口感。

五、实验记录及结果

将实验的数值记录于表 5-9 中，根据实验数值得出结果。

表 5-9 不同冲泡次数测定的色度和杯品

	L 值	a 值	b 值	液体香气	苦味	酸味	回味	醇度	色泽
一次冲泡									
二次冲泡									
三次冲泡									
四次冲泡									
五次冲泡									

结果：

六、问题思考

(1) 一次冲泡与五次冲泡的香气为什么会有差异？

(2) 一次冲泡与五次冲泡的味道为什么会有差异？

(3) 一次冲泡与五次冲泡的色泽为什么会有差异？

实验实训三 参观速溶咖啡的生产

一、实训目标

(1) 掌握速溶咖啡的生产工艺流程。

（2）了解速溶咖啡生产所用的设备。
（3）了解速溶咖啡的生产管理。
（4）理解速溶咖啡生产的卫生管理要求。

二、材料用具

笔记本、笔。

三、学习指导

1. 调查提纲的拟订方面
（1）速溶咖啡的生产过程。
（2）速溶咖啡生产的主要机器设备。
（3）速溶咖啡生产加工的布局。
（4）速溶咖啡生产的卫生要求。
（5）咖啡伴侣的主要成分。
（6）目前我国速溶咖啡生产存在的主要问题。

2. 实训要求
（1）遵守参观单位的规章制度和参观要求，按照调查提纲尽量多地完成调查内容。
（2）遵守交通安全和生产安全。
（3）做好笔记，积极询问，认真思考，补充资料，完善报告。
（4）对调查报告的内容、格式、字数、交报告的时间提出要求。

四、实践训练

1. 模仿创新

按照老师的指导，编写调查提纲。调查提纲可以采取问题式提纲或表格式提纲。例如
（1）小粒种咖啡豆要进行怎样的预处理才能用于速溶咖啡的加工？
（2）小粒种咖啡豆加工速溶咖啡要烘焙到什么程度？
（3）用小粒种咖啡豆加工速溶咖啡是否要配中粒种咖啡豆？
（4）速溶咖啡的萃取罐结构怎样？
（5）速溶咖啡的萃取温度是多少？
（6）速溶咖啡浓缩时怎样操作？
……

最后将调查的内容整理成调查报告，分析速溶咖啡生产过程中存在的问题，提出改进建议。

2. 讨论评价

老师认真阅读每个学生的调查报告，并提出修改建议；根据学生在参观过程中的表现，提示学生抓住重点问题询问；老师对学生在实训过程中的表现和调查报告质量进行小结，鼓励表现好的同学；安排1～2h的参观实训交流活动，师生共同总结实训的收获体会。

五、问题思考

（1）本次实训你最大的收获是什么？不足的方面有哪些？如何改进？
（2）保持速溶咖啡天然香型的回加法如何操作？
（3）冷却干燥与喷雾干燥的产品差异是什么？

第六章　风味小粒种咖啡的加工

学习目标

1. 熟悉小粒种咖啡奶及咖啡花生奶的加工。
2. 了解龙珠小粒种咖啡奶的加工。
3. 掌握小粒种咖啡浓缩液的加工。
4. 熟悉小粒种咖啡液体饮料的加工。
5. 了解绿豆、枸杞、杏仁小粒种咖啡复合饮料的加工。
6. 理解小粒种咖啡豆乳复合饮料的加工。
7. 熟悉小粒种咖啡酸奶的加工。
8. 掌握小粒种咖啡酒的加工。
9. 掌握风味小粒种咖啡粉的加工。
10. 了解咖啡拉花的分类及制作。
11. 掌握花式咖啡的制作。

单品咖啡成熟优雅，岁月流转，在世界上不同的地方，它们默默生长、开花、结果。当你凝视杯中那琥珀色的液体，伴着小匙划出的圈圈涟漪，你也许会看到咖农的笑脸荡漾在云雾缭绕的高山间。一杯单品咖啡，一个人，即使在最喧嚣的街头咖啡馆，你所拥有的也是最平和、最纯净的心境。

混合咖啡友善大方，包容了不同单品的特立独行，更显示了混合者的智慧。它平易近人，但朴实的外表丝毫不能掩盖内在的丰富。一杯之中，原野芬芳、密林清幽、海洋波浪，各异的风情带着你的思绪瞬间就越过万水千山。

风味咖啡比普通咖啡的口感更柔、更甜，掩盖了咖啡的苦味，特别受年轻的非咖啡爱好者的欢迎。

第一节　小粒种咖啡饮品的加工

没有水就没有生命。每人每天约排出 2500mL^3 的水，水在体内排出量和摄入量要保持平衡，才能保证人体的健康。为此，人类必须每日从食物和饮品中得到人体所需要的水分，才能保证人体正常的生长和发育，以及生命的延续。从目前国内外市场来看，饮料可分为含醇饮料、无醇饮料、其他饮料三大类。

随着人民物质文化水平的不断提高，人们对营养知识观念有所改变，在温饱基本解决之后，开始追求品位、营养、健康，因此导致碳酸饮料销量下降，而营养型、天然型、保健型

的饮料及咖啡饮料销量上升。由于咖啡香气浓郁，风味独特，其中的咖啡因能加速大脑皮层和心血管兴奋，解除疲劳，因此咖啡饮料已得到人们的厚爱。

咖啡饮料是以咖啡的水提取液或其浓缩液、速溶咖啡粉为原料，经加工制成的饮料，分为浓咖啡饮料、咖啡饮料、低咖啡因饮料、咖啡味饮料。浓咖啡饮料是以咖啡萃取液或速溶咖啡粉为原料制成的液体饮料，其咖啡因含量≥400mg/kg；咖啡饮料是以咖啡萃取液或速溶咖啡粉为基本原料制成的液体饮料，其咖啡因含量在200～400mg/kg；低咖啡因饮料是以去咖啡因的咖啡萃取液或去咖啡因的速溶咖啡粉为原料制成的液体饮料，其咖啡因含量≤50mg/kg；咖啡味饮料是以咖啡或咖啡香精为主要赋香成分，咖啡因含量达不到咖啡饮料基本技术要求的饮料。

一、小粒种咖啡奶类饮料的加工

小粒种咖啡奶类饮料是以牛奶为主要原料再配以小粒种咖啡而制成的饮料。

（一）小粒种咖啡奶的加工

1. 工艺流程

小粒种咖啡奶的加工工艺流程如图6-1所示。

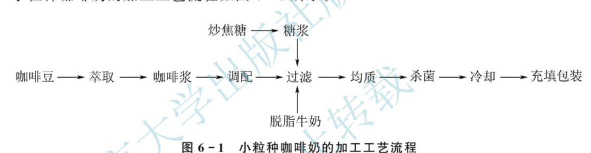


图6-1　小粒种咖啡奶的加工工艺流程

2. 原料要求

（1）咖啡原料

小粒种咖啡豆因产地不同而风味不同，小粒种咖啡豆经焙炒后具有咖啡风味，烘焙程度不同，其色、香、味差异较大。一般小粒种咖啡奶所用的咖啡豆要比常规饮用咖啡的烘焙程度重一些。咖啡通常用90～100℃的热水萃取，萃取的时间因萃取液用量不同而不同。

（2）糖

通常使用白砂糖为原料。小粒种咖啡奶是中性饮料，没有有效的防腐剂，而乳类等原料营养价值甚高。若原料中含耐热性芽孢菌，则必须采取严格的杀菌措施才能杀灭。而在这样的条件下，伴随着水解反应为主的化学变化，会使饮料变质。因此，应注意对白砂糖原料的检查，使用污染少的白砂糖或对白砂糖进行紫外线杀菌，还可使用0.02%～0.05%的蔗糖酯。

（3）乳原料

乳原料可以使用鲜乳、加糖炼乳、全脂乳粉或脱脂乳粉等，单独或合并使用均可。选用原料时，尽可能选用菌数少的原料，同时要注意是否是D值（D值是指在一定的处理环境中和在一定的热力致死温度条件下某细菌数群中每杀死90%原有残存活菌数时所需要的时间。D值越大，细菌的死亡速率越慢，即该菌的耐热性越强）大的菌。

（4）香料、焦糖

为使咖啡奶具有足够的风味，需要用香料、焦糖来补充。



（5）其他原料

碳酸氢钠、磷酸氢二钠、食盐、植物油、蔗糖酯、食品用硅酮树脂制剂、羧甲基纤维素钠、海藻酸钠等。

3. 调配工艺

将白砂糖和乳原料先溶解制成糖浆，并将小粒种咖啡原料制成咖啡萃取液后，按下列顺序调和配制。

将熬好的白砂糖液打入调和罐，加入按配方量溶于水的碳酸氢钠、食盐后；蔗糖酯溶于水后加入乳中均质，一边搅拌一边将均质后的乳加入调和罐内；再加入咖啡萃取液、焦糖；最后加入香料，充分搅拌混合。必要时加入硅酮树脂。

4. 配方

在确定小粒种咖啡奶的配方之前，了解市场的嗜好，对市场在售品进行调查，有助于配方的确定。确定小粒种咖啡奶配方时要考虑甜度、咖啡添加量、乳原料的种类及添加量。为此，提供几个配方参考，见表6-1。

表6-1　小粒种咖啡奶配方（1000L成品计）

种　　类		加咖啡的清凉饮料		咖啡饮料	乳饮料
		瓶装	灌装	灌装	灌装
原材料名称	白砂糖/kg	87	83	92	44
	脱脂乳粉/kg	30	24	10	24
	全脂乳粉/kg	—	8.0	8.0	—
	加糖炼乳/kg	—	—	—	86
	焙炒咖啡豆/kg	8.6	8.6	22	18
	焦糖/kg	1.0	1.0	—	—
	食盐/kg	0.3	0.3	0.3	0.3
	碳酸氢钠/kg	0.5	0.5	0.5	0.5
	蔗糖酯/kg	0.3	0.5	0.5	1.0
	香料/kg	1.0	1.0	1.0	1.0
规格	咖啡豆含有率/(%)	1.1	1.1	2.8	2.2
	BX/(°)	12.0	11.5	11.2	13.0
	pH	6.6	6.5	6.5	6.5
	酸度（乳酸计）/(%)	0.05	0.05	0.06	0.1
	无脂乳固形物/(%)	2.7	2.7	1.5	3.8
	粗脂形/(%)	0.02	0.2	1.2	0.68

（资料来源：邱毅，1995. 咖啡奶的生产工艺 [J]. 软饮料工业(1)：40-41.）

5. 充填、杀菌

原料调配后经粗滤及均质处理，用板式热交换器加热至85～95℃，迅速充填密封，因

咖啡奶易起泡，故不应装填过满。为了防止耐热性芽孢菌造成小粒种咖啡奶饮料的败坏，通常采用加压杀菌，温度为 120℃，时间为 20min。杀菌过程中的温度控制特别重要，要防止温度控制失误导致杀菌不足或杀菌过度引起品质恶化。

6. 注意事项

(1) 生产中始终保持高温的场所，必须考虑高温细菌的生长，这些细菌耐热性强，形成芽孢后，单用热水不能将其杀灭，要并用过氧化氢和氢氧化钠等药剂。

(2) 定期测定工厂内浮游于空气中的细菌，根据需要洒喷药剂消毒。

(3) 咖啡奶是一种动物蛋白质的胶体溶液和水包油型乳液组成的复杂乳状液，属于热力学不稳定体系，易出现分层、絮凝现象，为了避免该现象，加入适当的乳化剂和稳定剂是行之有效的方法之一。使用复配稳定剂效果较好，复配稳定剂的配方为单甘酯 0.2%、微晶纤维素 0.2%。

(二) 小粒种咖啡花生奶的加工

花生在我国产量丰富，是一种优良的植物蛋白质来源。花生中蛋白质含量约为 28.5%，脂肪含量约为 47.5%，其中人体易吸收的球蛋白约占 97%，并且脂肪中胆固醇含量低，76%～82%为不饱和脂肪酸，同时花生中富含维生素 A、维生素 B 等多种维生素，以及钙、铁、磷等多种对人体有益的矿物元素。牛奶中含有丰富的蛋白质、脂肪、维生素和矿物质等营养物质。咖啡香味浓郁，含有咖啡因，将咖啡和花生、牛奶科学组配成饮料，其风味、营养必定具有互补性。

1. 主料和辅料

主料：花生、牛奶、白砂糖、小粒种咖啡。

辅料：蔗糖酯、单甘酯、羧甲基纤维素钠、明胶、瓜尔豆胶等。

2. 工艺流程

小粒种咖啡花生奶的加工工艺流程如图 6－2 所示。

花生→挑选→烘烤→去皮→浸泡→打浆→过滤→调配→预热→均质→灌装→杀菌→冷却→成品

咖啡粉→熬煮→过滤→咖啡液（↑调配）

图 6－2　小粒种咖啡花生奶的加工工艺流程

3. 操作要点

(1) 原料挑选。选用香味浓郁的小粒花生，把霉烂、破损、虫蛀、变色的花生剔除。

(2) 烘烤、去皮。将花生在 120℃下烘烤 20min，然后迅速将红皮脱去。

(3) 浸泡、打浆。将花生在 pH 为 7.5～8.5 的弱碱液中浸泡至充分吸胀为止。一般用 60～70℃的水，浸泡 4～6h，然后淋去碱液，再用打浆机打浆，打浆时要加水，花生与水的质量比为 1∶8。

(4) 过滤。用 100 目的滤网过滤花生浆液，将过滤好的花生浆液与牛奶按 3∶1（体积比）的比例混合。

(5) 咖啡液的制取。将小粒种咖啡豆中深烘焙，粉碎为 40 目左右的粉，将小粒种咖啡粉放入 20 倍、85℃的水中加热 15 min，然后用 100 目的筛网过滤。

(6) 调配。将混合好的花生奶液与咖啡液按 10∶3（体积比）的比例混合，接着加入

8%的白砂糖、0.06%的羧甲基纤维素钠，然后加入0.2%的明胶、0.01%的瓜尔豆胶，最后加入0.2%的单甘酯。

(7) 预热、均质、灌装和杀菌。将调配好的乳液加热到70℃，在25MPa压力下均质后，装瓶压盖。杀菌条件为15-20-15/121℃。

(三) 小粒种咖啡乳饮料加工

1. 工艺流程

小粒种咖啡乳饮料的生产工艺流程如图6-3所示。

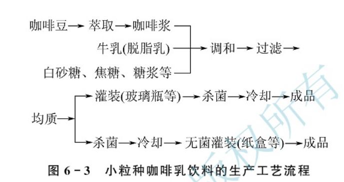


图6-3 小粒种咖啡乳饮料的生产工艺流程

2. 工艺要点

(1) 原料

① 乳原料。可使用鲜乳、炼乳、加糖炼乳、全脂乳粉或脱脂乳粉等，单独或合用均可。

② 咖啡豆。用小粒种咖啡豆，中深烘焙。

③ 糖。白砂糖、焦糖、糖浆。

④ 其他原料。香精、焦糖色素、磷酸氢二钠、食盐、植物油、蔗糖酯、食品用硅酮树脂制剂及海藻酸钠等。

(2) 咖啡浆的制取

将小粒种咖啡豆中深烘焙，粉碎为40目左右的粉，在90～100℃的热水中进行萃取，萃取结束后立即冷却，并进行过滤以除去不溶颗粒得咖啡浆。

(3) 糖的溶解

将白砂糖、焦糖、糖浆等用90～95℃的水溶解，溶解后冷却到60℃。

(4) 调和、过虑、均质

先将糖溶液放入调和罐，加入碳酸氢钠及食盐等溶液；将蔗糖酯、海藻酸钠溶液加入原料乳中，再将其加入糖液混合均匀；有泡沫时加入硅酮树脂消泡；然后加入咖啡浆、焦糖色素混合均匀；过滤后加入香精均质。注意要将调和后的pH调整在6.5以上。

(5) 灌装和杀菌

包装可采用玻璃瓶装，需要高温杀菌，120℃下保持20min，也可采用超高温瞬时杀菌无菌纸盒包装。

(四) 龙珠小粒种咖啡奶的加工

龙珠小粒种咖啡奶属于固型饮料。固型饮料是利用现代科学原理，精心设计，将有关原料进行合理的配比，采用先进的生产工艺和设备，经过调制、混合、造粒、加温、灭菌、脱水、烘干后，制成一种疏松、多孔、柱状小颗粒的固型粒子。

龙珠小粒种咖啡奶是一种既含水果和奶，又含咖啡、可可等多种营养成分的低脂、低糖、半热值的绿色营养保健饮品。龙珠小粒种咖啡奶为棕色柱状多孔疏松颗粒，冷、热水一冲即溶，有乳、咖啡、可可、水果特有的香味，适口性好，低脂、低糖、半热值，不含色素、香精、防腐剂等化学物质，由纯天然食品原料制成，无污染，易贮藏，便携带，可冬季热饮，也可夏季冷饮。

1. 原料和辅料

（1）奶粉。每百克含蛋白质 26.2g，脂肪 30.6g，碳水化合物 35.5g，灰分 5.7g，钙 1030mg，磷 883mg，铁 0.8mg，V_A 为 1400 国际单位，V_{B1} 为 0.15mg，V_{B2} 为 0.69mg，V_{B3} 为 0.7mg，还含有微量的 V_C。

（2）咖啡。主要成分：水分 2.2%，蛋白质 13.8%，脂肪 12.3%，可溶性无氮物 47.5%，纤维素 18.4%，灰分 4.3%。

（3）可可。主要成分：蛋白质 10.8%，脂肪 12%～22%，可溶性无氮物 20.2%，纤维素 0.8%，灰分 3.7%。

（4）大枣。主要成分：蛋白质 3.3%，脂肪 0.4%，碳水化合物 72.8%，粗纤维 3.1%，钙 0.061%，磷 0.055%，还含有胡萝卜素、V_{B1}、V_{B2}、V_C、V_{B3}、钾、镁、铁、碘等。

2. 工艺流程

（1）枣泥制作工艺流程：大枣→选果→洗果→去核→磨浆→蒸煮灭菌→枣泥。

（2）龙珠咖啡奶加工工艺流程：奶粉、可可、枣泥、咖啡→加水混合搅拌→造粒→干燥灭菌→冷却→出料→包装→检验→成品→入库。

3. 操作要点

（1）原料制备。对所采用的原料进行精选，达到原料标准要求后称重。将量好的优质蔗糖用风机磨碎，过 100 目筛备用。

将精选的大枣经过洗果、去核、磨浆、蒸煮灭菌后，制成枣泥，作为配料时的原料。然后按制订的各种原料的质量比混合。

清洗大枣时避免糖含量流失，不能浸泡时间过长；蒸煮时加水量要控制好。

（2）加水混合搅拌。将各种原料按量加入旋桨式混合搅拌机中，装料容量不得超过容器的 80%，加入定量水混合搅拌（20～30r/min），要搅拌均匀，以用手抓能成团不散为度。

（3）造粒。利用旋转式造粒机或摇摆式造粒机造粒，粒度可大可小，一般用 8～20 目筛网，使产品直径为 0.5～5cm。

（4）干燥灭菌。将制成的颗粒送入电或蒸汽加热沸腾干燥设备中，加热鼓风使固体颗粒被热空气吹起，呈悬浮态，这样既增加了蒸发面积，又使干燥效率大大提高，使成品在一定温度和相应的时间内，水分在 2%左右。注意灭菌干燥要防止细菌再污染。

（5）冷却、出料、包装。将成品放入冷却室，冷却到 30～35℃，然后出料进行包装，可用玻璃瓶装、马口铁罐装和塑袋包装。

4. 部分理化数据

对龙珠小粒种咖啡奶进行理化分析，含蛋白质 4.5%～5%、蔗糖 62.3%、脂肪 1.5%～2.0% 、水分 1.8%～1.2%、灰分 4%～5%；维生素含量也较高，含胡萝卜素 0.2mg、硫胺素 0.47mg、核黄素 0.76mg、V_{B3} 1.4mg；矿物质含量为钙 635mg、磷 338mg、碘 7.9mg、镁 93.5mg、铁 14.8mg、锌 3.0mg、钾 224.2mg、硒 0.4mg。从这些理化数据看，龙珠小

粒种咖啡奶是一种很好的固型饮料。

卫生方面要符合相关要求，龙珠小粒种咖啡奶的细菌总数是3300个/g，固型饮料标准细菌总数是30000个/g；龙珠小粒种咖啡奶大肠菌群小于30个/100g，固型饮料标准大肠菌群小于30个/100g；龙珠小粒种咖啡奶未检出致病菌，从细菌总数、大肠菌群、致病菌三方面看，龙珠小粒种咖啡奶卫生指标完全合格。

二、小粒种咖啡饮料的加工

小粒种咖啡饮料是以含咖啡豆的提取物制成的饮料，而小粒种咖啡豆的提取物含有咖啡因，故饮后神经兴奋，刺激胃液分泌，消除疲劳、舒展血管，并有利尿作用；另外，便于饮用，携带方便。焙磨咖啡虽能较好地反映咖啡原有的自然品味，但在饮用时需进行煮滤或冲滤，带来诸多不便；而速溶咖啡虽饮用较方便，但香味损失较大，使咖啡应有的自然品味减弱。

（一）小粒种咖啡浓缩液的加工

咖啡浓缩液避免了焙磨咖啡的煮滤或冲滤的麻烦，香味较浓，具有咖啡的自然品味，饮用方便，即冲即饮；而且可用在饮料、糖果等食品行业方面，是一种较有前途的深加工咖啡产品。在日本已有把咖啡浓缩液装入有气压装置的罐中，便于外出携带，饮用时喷入杯中加入开水即可。

1. 原料与设备

（1）小粒种咖啡豆：应无黑豆、霉豆、发泡白豆和极碎豆，含水量小于13%。

（2）添加剂：应符合CB 2760—2014标准规定。

（3）主要生产设备：烘焙机、磨碎机、萃取罐、离心机、沉降池（自制）、板框式过滤机、调配罐、真空浓缩锅、高压均质机、反应釜、液体灌装机、电磁感应封口机、自动锁盖机、水浴式杀菌槽。

2. 生产工艺

小粒种咖啡浓缩液的加工工艺如图6-4所示。

生咖啡豆→烘焙→除银皮→研磨→萃取→料液分离→沉降→过滤→调配→

真空浓缩→高压均质→升温灭菌→灌装→封口锁盖→二次灭菌→冷却→成品

↑

风干←水洗←食品级塑料桶、罐

图6-4 小粒种咖啡浓缩液的加工工艺

3. 配方

烘焙咖啡粉1000kg，β-环状糊精31kg，焦磷酸钠1kg，黄原胶0.8kg，蔗糖酯（HLB值=10，HLB值即亲水亲油平衡值）1.1kg，山梨酸钾0.9kg。

4. 操作要点

（1）烘焙。烘焙在滚筒式烘焙机中进行，控制烘焙温度在210℃±10℃，以每炉50kg烘焙量计，时间为30～40min，滚筒转速为60r/min，烘焙咖啡豆的色值达中度烘焙值即可。为突出咖啡浓缩液的复合味，增进口感的协调和圆润，在进行小粒种咖啡豆烘焙炒时，可加入部分中粒种咖啡豆，一般小粒种咖啡豆与中粒种咖啡豆的配比为1∶1时较佳。

（2）除银皮。除银皮的同时快速降温，在一个带风力反抽系统的转盘上运作，通过反抽

作用将脱落的银皮除净，减少最终产品的苦涩味。

（3）研磨。粉碎烘焙好的咖啡豆，粒度要求控制在 30～40 目。

（4）萃取。在带搅拌系统的萃取罐中进行，为萃取彻底，采取二次萃取。第一次萃取时，在萃取罐中先放入相当于咖啡粉重 15 倍的 90～100℃热水，把 β-环状糊精用热水溶解后加入罐中，同时放入咖啡粉，搅拌萃取 2min，搅拌器转速为 35r/min；然后进行离心，对离心出的咖啡渣进行第二次萃取，在萃取罐中先放入约为咖啡粉重 8 倍的 90～95℃的温水，加入溶解后的焦磷酸钠，搅拌萃取 10min，然后进行离心。

（5）料液分离。采用离心机进行料液分离，为保证产品的得率和不影响产品的质量，选用 120～150 目的脱色滤布较适宜。

（6）沉降。将咖啡液放入沉降池中自然沉降 30min，通过自吸泵抽取上清液，把底部非溶性的大分子物质及其他物质除去。

（7）过滤。用板框式过滤机过滤，滤材选用 600 目的脱色尼龙布，过滤压力为 0.2MPa，以恒定流速以保证过滤质量的一致性。过滤好的咖啡液放入调配罐中。

（8）调配。先把蔗糖酯和黄原胶分别用热水浸泡，初步搅拌进行溶解，然后放入容器中强烈振荡使之完全溶解，按先加入蔗糖酯再加入黄原胶的顺序依次将它们加入调配罐中，并且迅速搅拌混匀。

（9）真空浓缩。为减少芳香物质的挥发，真空浓缩锅的真空度为 0.068MPa，温度为 50℃，浓缩时间以最终咖啡浓缩液达 19°Bé（波美度）时为准。浓缩的终点浓度定为 19°Bé，因为此时的可溶性固形物的含量正好与焙磨咖啡粉中的可溶性固形物相等，便于今后生产中计算和调配。

（10）高压均质。采取两段均质处理，第一段均质压力 17MPa，第二段均质压力 8MPa，目的是使咖啡粉中含量高达 10%以上的脂肪能与水相互包容，同时在高压的作用下能切断浓缩液中长链分子物质，使最终产品无悬浊状况出现。

（11）升温灭菌。把经过高压均质处理的咖啡浓缩液送入反应釜中，加入溶解好的山梨酸钾，同时开动搅拌器和通入蒸汽，加热升温使咖啡浓缩液的中心温度达 85℃，维持 2min，即可放出浓缩液进入料位液罐中待装。

（12）灌装。用能满足高黏度充填的液体灌装机进行定量充填灌装，灌装时预留顶隙不少于 3cm。所用包装容器可选用食品级的塑料桶及马口铁罐，经水洗后风干才能使用。

（13）封口锁盖。用电磁感应封口机把 20 丝厚的复合铝箔热封于瓶、罐、桶等口上（均为缩颈口），达到良好的密封性能要求，使内容物达保质期的技术要求。同时用自动锁盖机把各容器的各种不同规格及形状的盖子锁紧在对应的容器口上。

（14）二次灭菌。为达到良好的贮存效果，以及稳定产品质量，需进行第二次灭菌，采用巴氏灭菌法处理；在水浴槽或杀菌罐中进行，85℃的水温中浸泡保持 25min 即可。

（15）冷却。水淋式冷却，目的是使包装容器顶隙的水蒸气变为冷凝水，形成真空状况，减少嗜氧菌类对产品质量的影响。

（16）成品。擦净容器表面的水分，检验入库。

5. 产品质量指标

（1）感官指标。

① 滋味和气味。风味纯正，具有咖啡应有的气味，无任何异杂味；冲调后口感丰满，

主体香味突出及复合味协调圆润。

② 组织形态。组织细腻，质地均匀，黏度正常，无脂肪上浮和分层；允许有少许沉淀，但摇动后能迅速复溶；冲调后汤色清澈而无悬浊状态。

③ 色泽。呈深棕褐色，颜色均匀且有光泽。

（2）理化指标。理化指标见表6-2。

表6-2 理化指标

项　目	指　标
可溶性固形物（以析光计法，20℃）/（%），≥	34
咖啡因/（%），≥	1
铅/（mg/kg），≤	1.0
砷/（mg/kg），≤	0.5
铜/（mg/kg），≤	0.5

（3）微生物指标。微生物指标见表6-3。

表6-3 微生物指标

项　目	指　标
菌落总数/（个/mL），≤	500
大肠菌群/（个/100mL），≤	40
致病菌	不得检出

保质期，10个月。

正常冲调或饮用咖啡时，可取7g咖啡浓缩液，冲入150mL水，酌量加入糖、奶、美酒或其他，即可拥有一杯浓醇馥郁、纯自然品味的咖啡。

此工艺生产出的咖啡浓缩液在食品工业领域的运用范围较宽广，经稀释调配即为咖啡饮料；也可以在冷饮制造中加入，形成纯咖啡特色的系列产品；在糖果、糕点加工工业也可加入，形成有咖啡风味的产品。

（二）小粒种咖啡液体饮料的加工

目前我国的咖啡加工产品主要是焙磨咖啡和速溶咖啡。焙磨咖啡在饮用时需要煮制，饮用不方便。速溶咖啡尽管只要用热水冲即可饮用，却因通过了浓缩、干燥等工序，风味明显减弱，而且速溶咖啡加工技术要求高，投资很大，针对这一实际状况，咖啡液体饮料避免了上述不足，发挥了其优势。

1. 生产工艺流程

小粒种咖啡液体饮料生产工艺流程：咖啡粉→萃取→过滤→离心→调配→灌装→密封→杀菌→成品。

2. 主料和辅料

小粒种咖啡豆、白砂糖、稳定剂、乳化剂。

3. 操作要点

（1）小粒种咖啡萃取液的制取。小粒种咖啡液的萃取方法有滴淋式、喷射式、虹吸式、煮出式等几种。根据设备实际情况，采用煮出式来萃取咖啡液。因咖啡香气易挥发，故萃取设备必须是密闭容器。在80℃热水中萃取，加入0.5%的β-环状糊精，以利于增加咖啡可溶性成分及芳香物质的浸出。当热水的温度控制在90～100℃时，加入咖啡粉，萃取5～8min，然后放出咖啡液，萃取2～3次，咖啡萃取液以1∶20为佳。注意掌握萃取温度和时间，否则，不仅会使风味下降，而且会使制品浑浊。

（2）过滤、离心。小粒种咖啡液用板框压滤机压滤，分离出咖啡渣。简易方法可采用双层纱布或布袋进行过滤。然后将滤液用离心机进行离心处理，分离出较大颗粒，澄清萃取液。

（3）调配。将所需白砂糖、稳定剂、乳化剂分别用一定量的热水溶解，加入咖啡萃取液中，进行搅拌，使之混合均匀。糖含量应控制在8%。

（4）灌装、密封、杀菌。趁热罐装、密封，及时进行杀菌。灌装初温和杀菌方式视包装材料而定。如用金属罐或玻璃瓶装时初温可高些，但注意温差不要过大，以防玻璃瓶破裂，杀菌条件为120℃、10min。塑料杯或聚酯瓶装时，初温不要太高以防变形，可采用微波杀菌。

4. 注意事项

制造咖啡液体饮料的关键技术是防止沉淀的产生及脂肪的析出。咖啡液体饮料含有蛋白质微粒、咖啡萃取液微粒、焦糖微粒等。这些粒子呈胶体分散状态，在加热及贮藏过程中，容易发生沉降及脂肪析出，影响制品的外观及风味。因此必须通过添加一些乳化剂、稳定剂，来改善其组织状态，增加其稳定性。

食品乳化剂有蔗糖酯、山梨醇脂肪酸脂、甘油脂肪酸酯、丙二醇脂肪酸脂和一些天然黏性树脂等，其乳液可分为油包水型和水包油型，根据其乳化特性，分别选用了单甘酯和蔗糖酯进行实验，单甘酯难溶于水，稍溶于较高温度的热水中，使用效果不理想。而添加0.2%蔗糖脂的咖啡液，则没有了明显的脂肪圈出现。

乳化稳定剂，虽没有较大的表面活性能，但它的水溶液有黏性，并且具有胶体保护性。添加0.1%的海藻酸钠，能较有效地保持咖啡液体饮料的稳定，减少沉淀的产生。

三、小粒种咖啡复合饮料的加工

小粒种咖啡复合饮料是以小粒种咖啡为主要原料，加入其他汁液混合制得的饮料。小粒种咖啡复合饮料具有咖啡的特点又具有复合原料的保健作用。下面介绍绿豆小粒种咖啡复合饮料、枸杞小粒种咖啡复合饮料、小粒种咖啡豆乳复合饮料和杏仁小粒种咖啡复合饮料四种小粒种咖啡复合饮料的加工。

（一）绿豆小粒种咖啡复合饮料的加工

现代科学研究发现，绿豆中含有丰富的蛋氨酸、色氨酸、酪氨酸等氨基酸，还含有磷脂酰胆碱、磷脂酰甘油、磷脂酸等多种磷脂类物质及泛酸（V_{B5}）、叶酸、硫胺素（V_{B1}）等，适用于高血压、动脉硬化、糖尿病、咽喉炎等多类病人的膳食。而咖啡中富含的咖啡因具有中枢兴奋作用，可快速消除疲劳。将绿豆和小粒种咖啡经过处理后调配制成的绿豆小粒种咖

啡复合饮料，风味独特，消热止渴、提神醒脑，是一种很好的夏季清凉饮料。

1. 材料和设备

绿豆：色泽光亮，籽粒饱满，无虫蛀。

咖啡：小粒种咖啡豆。

白砂糖为一级，黄原胶、羧甲基纤维素钠、海藻酸钠、碳酸氢钠等均为食用级。

设备：磨浆机、胶体磨、高压均质机、150 目尼龙筛、高压杀菌锅等。

2. 工艺流程

绿豆小粒种咖啡复合饮料的加工工艺流程如图 6－5 所示。

小粒种咖啡豆→咖啡液体、白砂糖、稳定剂
↓
绿豆→除杂→清洗→浸泡→去皮→磨浆→过滤→绿豆乳→调配混合→均质→灌装→杀菌→冷却→成品

图 6－5　绿豆小粒种咖啡复合饮料的加工工艺流程

3. 配方

为突出绿豆汁及咖啡的风味，饮料中只添加白砂糖来调整适口性。以口感、色泽、香气滋味为考察指标，影响饮料风味质量的各因素依次为绿豆乳、咖啡、白砂糖。由于绿豆乳中淀粉含量较高，容易造成饮料分层、沉淀等现象，因此需添加稳定剂来稳定产品，选用黄原胶、羧甲基纤维素钠、海藻酸钠三种稳定剂；采用正交试验，对试验样品从口感、稳定性两方面进行综合评分，筛选得到配方如下。

40%绿豆乳，0.5%咖啡，9%白砂糖，0.01%黄原胶，0.12%羧甲基纤维素钠，0.02%海藻酸钠。

4. 操作要点

（1）除杂、清洗。先将绿豆中混入的杂质挑拣出来，再用清水洗净。

（2）浸泡。将洗净后的绿豆在室温（25℃左右）下于弱碱水（0.1% $NaHCO_3$）中浸泡 8～10h，然后洗净。

（3）去皮。将浸泡后的绿豆放入 95℃左右的微碱水（0.5% $NaHCO_3$）中漂烫 10min，然后迅速冷却，采用人工揉搓去皮，清洗干净。

（4）磨浆。将去皮洗净后的绿豆放入 95℃左右的热水中，水量是绿豆重的 5 倍，用磨浆机磨浆，磨浆后再过胶体磨处理。

（5）过滤。将磨浆得到的浆液过 150 目尼龙筛以除去绿豆乳中较大颗粒及粗纤维，也可采用浆渣自分离磨浆机，省却人工去皮及过滤工序。

（6）咖啡液体。对小粒种咖啡豆进行中深烘焙，粉碎为 40 目左右的颗粒，在 150～180℃萃取得到咖啡液体。

（7）调配混合。将绿豆乳和预先溶化好的咖啡、白砂糖及稳定剂按一定的比例加入软化水中混合均匀。

（8）均质。将调配好的料液送入均质机，进行均质处理。均质条件为 65℃、20MPa、10min。

（9）灌装、杀菌。将均质处理后的料液趁热灌装。由于制得的绿豆咖啡乳液的 pH 接近中性，易被微生物污染，因此需给予足够的杀菌强度。而加热时间越长，温度越高，杀菌效果就越好，但时间过长，温度过高又易造成绿豆乳中的蛋白质发生变性而产生沉淀分层，因

此不同的杀菌条件直接影响产品质量和保存期，故采用超高温瞬时（135～138℃，5～8s）灭菌，然后迅速冷却至常温，既较好地保持了产品原有的香味，口感清爽，又不会出现分层现象，保存时间可达三个月以上。

（二）枸杞小粒种咖啡复合饮料的加工

枸杞为茄科枸杞属植物的果实，具有滋肝补肾、益精明目等增强肌体抵抗力的作用，是我国的传统中药。现代药理研究证明，枸杞还有降低血压，减少胆固醇含量，防止动脉硬化及促进免疫功能，提高抗病能力，防老抗衰等作用，对慢性肝炎、肺结核及糖尿病等多种慢性疾病也有一定的疗效。枸杞果实含有丰富的蛋白质、粗脂肪、维生素及氨基酸和钙、磷、铁等微量元素。小粒种咖啡豆经过烘焙、研磨成粉末后，萃取得到具有浓郁香气、咖啡苦味、提神的液体，将枸杞与小粒种咖啡液体复合为饮料，风味独特。

1. 材料和设备

枸杞：优质枸杞干果，含水量为13%。

咖啡：小粒种咖啡豆。

白砂糖为一级，羧甲基纤维素钠、海藻酸钠、黄原胶均为食用级。

设备：磨浆机、高压杀菌锅、150目尼龙筛、手持糖度计、均质机、台秤等。

2. 工艺流程

枸杞小粒种咖啡复合饮料的加工工艺流程如图6-6所示。

小粒种咖啡豆→咖啡液体、白砂糖、稳定剂
↓
干枸杞→挑选→清洗→浸泡→磨浆→过滤→枸杞液→调配混合→均质→灌装→杀菌→冷却→成品

图6-6　枸杞小粒种咖啡复合饮料的加工工艺流程

3. 配方

为突出枸杞及咖啡的风味，饮料中只添加白砂糖来调整适口性。以口感、色泽、香气滋味为考察指标，影响饮料风味的各因素依次为白砂糖、枸杞汁、咖啡；选用羧甲基纤维素钠、海藻酸钠、黄原胶作为稳定剂，并将三者按一定比例配制成复合稳定剂；对试验样品从口感和稳定性方面进行综合评价，筛选得到配方如下。

30%枸杞汁、4%咖啡、8%白砂糖、0.04%羧甲基纤维素钠、0.15%海藻酸钠、0.03%食用黄原胶。

4. 操作要点

（1）挑选、清洗。将枸杞中的霉变、褐变、虫蛀果及砂石、土块、秸秆等杂质除去，然后用洁净清水淋洗果实表面的尘土或污物。

（2）浸泡。去杂清洗后的枸杞须经浸泡吸胀后方可破碎打浆，用3～4倍于枸杞重的热水（60～65℃）浸泡枸杞30min，为防止枸杞在浸泡和打浆中发生褐变，加入0.1%的V_C护色剂。

（3）磨浆、过滤。用磨浆机磨浆，浆液在90℃下静置10 min后，迅速冷却至室温，用150目尼龙筛过滤取汁备用。

（4）咖啡液体。对小粒种咖啡豆进行中深烘焙，粉碎为40目左右的颗粒，在150～160℃萃取得到咖啡液体。

(5) 调配混合。按配方准确称量各种原辅料，先在稳定剂中加入适量水加热，并在不断搅拌下使之溶解，待形成均匀透明的溶液后，顺次加入枸杞液和咖啡液体、预先溶化好的白砂糖，混合均匀。

(6) 均质。将调配好的料液送入均质机，进行均质处理。均质条件是50～60℃、15～20MPa、10min。

(7) 灌装、杀菌。均质处理后的料液要趁热灌装。采用超高温瞬时（135～138℃、2～3s）杀菌，然后迅速冷却至室温，检验入库。

(三) 小粒种咖啡豆乳复合饮料的加工

豆乳是一种营养价值较高的植物蛋白饮料，含有人体所需的八种必需氨基酸，不饱和脂肪酸含量较高，V_E含量丰富，而且不含胆固醇和乳糖，不会引起心血管疾病，适宜乳糖不耐受症者饮用。小粒种咖啡豆经过烘焙、研磨成粉末后，萃取得到具有浓郁香气、咖啡苦味、提神的液体，与豆乳混配成具有美好风味的小粒种咖啡豆乳饮料。

1. 原料

大豆：市售大豆，要求表面有光泽，籽粒饱满，无霉变。

咖啡豆：小粒种咖啡豆，颗粒较饱满，色泽为浅绿色，有生咖啡豆特有的气味，扁平豆，粒度均匀。

2. 工艺流程

(1) 豆乳的制作流程：浸泡→热烫→磨浆→浆渣分离→均质。

(2) 小粒种咖啡萃取液的制作流程：生咖啡豆→烘焙→研磨→萃取→过滤。

(3) 小粒种咖啡豆乳复合饮料的加工工艺流程如图6-7所示。

豆乳
↓
咖啡萃取液→溶解→调和→均质→灌装→杀菌→冷却
↑
白砂糖、添加剂

图6-7 小粒种咖啡豆乳复合饮料的加工工艺流程

3. 配方

咖啡豆：大豆（生豆计）：糖为3.2%：4.2%：6%，0.25% $NaHCO_3$，0.2%单甘酯，0.01%卡拉胶，0.15%柠檬酸钠，0.15%三聚磷酸钠。

4. 操作要点

(1) 浸泡。将生大豆用清水洗净，加入生大豆3倍重的温水（60～70℃），在水中溶解0.5% $NaHCO_3$，室温下浸泡12～15h，让大豆充分吸水饱胀。

(2) 热烫。将泡好的大豆用清水洗净，在85～90℃条件下热烫5～6min，以钝化大豆中脂肪氧化酶的活性，捞出磨浆。

(3) 磨浆。以生大豆计7～8倍的水（95℃以上的热水）磨浆。

(4) 浆渣分离。磨浆后趁热进行浆渣分离，用150目尼龙筛过滤取汁备用。

(5) 豆乳均质。将豆乳加热至65～70℃进行均质。均质条件34MPa、15～20min。

(6) 烘焙。在230℃的温度下烘焙小粒种咖啡豆20～25min。

(7) 碾磨。将焙烤好的咖啡豆用粉碎机研磨成咖啡粉。

（8）萃取。使用90℃以上的热水，萃取5min，咖啡粉与水的比例为1∶（5～6）（质量比）。

（9）过滤。使用真空抽滤器，3号滤纸板过滤。

（10）均质。最佳均质条件为均质温度为50℃，均质压力为34MPa，均质三次。考虑到成本问题，采用均质温度50℃，均质压力22MPa，均质两次。

（11）杀菌。采用121℃、15min的杀菌条件。

这样制得的小粒种咖啡豆乳复合饮料的蛋白质含量为1.12％、脂肪含量为0.88％、糖度为10°Bix。

5. 生产中的脱腥脱涩

大豆蛋白是一种很好的营养物质，但如果在豆乳生产过程中缺少技术控制，则产品中会有一些不良气味，通常认为，豆乳不良风味主要来源于大豆加工过程中的脂肪氧化酶催化多不饱和脂肪酸氧化的结果。其中主要成分有脂肪族羰基化合物中的正己酸酐和正己醛，有明显的臭味；挥发性脂肪醇类中的正己醇、异戊醇类有臭味；挥发性胺类（甲胺、二甲胺等），酚酞类，酸类（丁香酸、龙胆酸、香草酸、水杨酸）等有消毒水味。Arai等1996年从脱脂豆粕中提取出九种酚酞，其中绿原酸具有酸苦涩味及近似于酚的气味。Chang等人还发现了黄酮类的雌激素衍生物与苦涩味关系密切。改进豆乳风味的工艺有很多，包括热处理法、酸碱处理法、添加还原剂和铁离子络合剂、生物工程法、加风味掩盖剂等。

（四）杏仁小粒种咖啡复合饮料的加工

杏仁中含有丰富的蛋白质、脂肪及人体所需的多种氨基酸和维生素。以杏仁为原料，精制而成杏仁乳，配以优质的小粒种咖啡，既保留了杏仁乳的纯天然营养成分，又掩盖了杏仁含的苯甲醛气味，从而得到一种风味独特、香气浓厚的营养保健饮料，具有生津止咳、润肺、养颜之功效。同时杏仁小粒种咖啡复合饮料还具有提神醒脑、健脾开胃等特殊功效，是大众化的植物蛋白饮品。

1. 原辅材料和主要设备

（1）原辅材料：脱苦杏仁（乳白色，有杏仁芳香，含水量不超过5％）、小粒种咖啡豆、白砂糖（一级或优级）、乳化稳定剂（食用级，符合GB 2760—2014要求）、碳酸氢钠（食用级）。

（2）主要设备：烘箱、榨油机、烘焙机、研磨机、夹层锅、离心过滤机、均质机、灌装封口机、洗罐机、喷码机、杀菌锅等。

2. 工艺流程

杏仁小粒种咖啡复合饮料的加工工艺流程如图6-8所示。

小粒种咖啡豆→烘焙→研磨→萃取→粗滤→精滤　辅料

脱苦杏仁→漂洗→烘干→榨油→研磨→调浆→过滤→调配→均质→灌装

封口→杀菌→冷却→擦罐→保温→打检→包装

图6-8　杏仁小粒种咖啡复合饮料的加工工艺流程

3. 配方

6％杏仁，4％咖啡，10％白砂糖，0.6％乳化稳定剂（单甘酯∶蔗糖酯＝3∶7）。



4. 操作要点

(1) 漂洗。将杏仁用浓度为0.35%的过氧乙酸消毒3～5min，然后用软化水冲洗3～5次，把水分沥干后，装盘送入烘箱烘干。

(2) 烘干。一般用85℃的温度烘干，烘干温度不宜过高或过低，时间控制在3h以内，烘干后的含水量为3%～4%。

(3) 榨油。杏仁脂肪含量较高，一般在50%左右，成品中脂肪过高易出现漂浮现象，口味欠佳，所以需用榨油机榨去部分油脂，使其含量为8%～10%。

(4) 烘焙。对小粒种咖啡豆进行中深烘焙。

(5) 研磨。将杏仁粕用三辊研磨机连续研磨4～5次，调整研磨机的间隙，使研磨后杏仁泥细度在25μm以下。将烘焙好的小粒种咖啡豆研磨为40～60目的颗粒。

(6) 萃取、粗滤、精滤。在90～100℃的热水中萃取咖啡粉30min，咖啡粉与水的比例为1∶8（质量比），然后用90～100℃的热水萃取滤渣15min，咖啡粉与水的比例为1∶6（质量比）。每次萃取结束后用100目滤布进行过滤。将两次滤液合并，在放入配料罐之前，用精滤机过滤。

(7) 乳化稳定剂。用50～60℃温水浸泡乳化稳定剂，备用。

(8) 调浆、过滤、调配。将白砂糖溶解过滤后放入配料罐中，在水中加入杏仁泥，边搅拌边加入，完全溶解后用300目离心过滤机过滤，放入配料罐中；加入浸泡好的乳化稳定剂，搅拌均匀定容至刻度。用碳酸氢钠调整料液pH至6.5～7.0，并加热至80～85℃。

(9) 均质。均质温度为80～85℃，均质压力为20～30MPa，用均质机使其均匀稳定，口感细腻柔和。

(10) 灌装封口。均质后料液及时进行灌装封口，灌装中心温度始终控制在80℃以上，并要求封口完整，不泄漏，达到密封要求。

(11) 杀菌、冷却、擦罐。杏仁咖啡饮料属中性饮料，为防止耐热性芽孢菌造成的败坏，达到无致病菌及微生物引起腐败现象，通常要杀菌处理，并且杀菌时中心温度在121℃，需20min。在杀菌过程中最好采用自动控制系统，防止因人为控制不当导致杀菌不足或杀菌过度而引起品质恶化，杀菌后要及时冷却到40℃以下，擦干后入库保温。

(12) 保温、打检。库温37℃±1℃，时间7天。用打检棒打检，剔除不合格品后，贴标包装入库。

这样生产得到的杏仁小粒种咖啡复合饮料呈褐色或棕褐色，具有咖啡和杏仁特有的芳香、无异味，汁液均匀稳定，允许少量蛋白质沉淀、摇匀即消失。

四、小粒种咖啡发酵饮品的加工

发酵饮料是以微生物作用于发酵基质酿制而成的。发酵饮料分为酒精饮料和非酒精饮料（酒精含量在1%以下）。随着人们物质文化水平的提高，非酒精饮料受到消费者的青睐，含醇饮料无醇化已是当前发酵饮料发展的必然趋势。咖啡发酵饮品作为发酵饮料受到消费者的喜爱。另外，咖啡酒作为低度营养酒因具有提神、减除疲劳、缓解偏头痛等作用，具有较好的市场发展前景。在此介绍小粒种咖啡酸奶、小粒种咖啡发酵豆奶和小粒种咖啡酒的加工。

（一）小粒种咖啡酸奶的加工

酸奶营养价值高，具有多种医疗保健功能；咖啡是一种国际性的嗜好性饮料，具有提神

醒脑之功效。如果在酸奶中添加适量咖啡，不仅可以丰富酸奶品种，而且可以改变咖啡的单一饮用方式。

1. 材料及要求

（1）菌种：保加利亚乳杆菌与嗜热链球菌1∶1混合作发酵剂。

（2）原辅料及要求。

鲜牛乳：相对密度大于1.028，乳脂率在3.2%以上，总干物质在11.5%以上，酒精试验呈阴性，不含抗生素。

白砂糖：一级。

咖啡豆：小粒种咖啡豆，颗粒较饱满，色泽为浅绿色，有生咖啡豆特有的气味，扁平豆，粒度均匀。

辅料：红糖、焦糖、香精，咖啡香精。

稳定剂：藻酸丙二醇脂和羧甲基纤维素钠，酯化度、黏度高的较好。

（3）仪器和设备：夹层锅、均质机、恒温发酵室、冷库等。

2. 工艺流程

小粒种咖啡酸奶的加工工艺流程如图6-9所示。

小粒种咖啡豆→烘焙→研磨→萃取→过滤→咖啡液体
↓
原料乳验收→净化→均质→杀菌→冷却→添加发酵剂→分装→
发酵→冷藏→检验→成品

图6-9　小粒种咖啡酸奶的加工工艺流程

3. 操作要点

（1）烘焙。在230℃的温度下烘焙小粒种咖啡豆20～25min。

（2）研磨。将烘焙好的咖啡豆用粉碎机研磨成40～60目的咖啡粉。

（3）萃取、过滤。使用90℃以上的热水，萃取5min，咖啡粉与水的比例为1∶(5～6)(质量比)。然后使用真空抽滤器，3号滤纸板过滤。

（4）原料乳验收、净化。对原料乳的验收和预处理必须严格，保证原料乳质量符合加工要求。因此，必须用多层240目纱布过滤，最好用离心净乳机净化后再加入杀菌锅内。

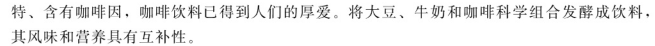
（5）均质。在50～60℃下，采用两段均质，先以180～200kg/cm^{2}均质，再以35～50kg/cm^{2}均质。分装前，应再次均质或搅拌，确保混合均匀。

（6）杀菌、冷却。杀菌前加入6%～8%的白砂糖和0.5%～0.8%的速溶咖啡。90℃下杀菌15～20min，杀菌后立即冷却至45℃左右进行接种，接种量为1%～3%。

（7）咖啡的添加。添加咖啡前先添加适量的稳定剂，然后分次缓慢加入咖啡，边加边搅拌。为增强其稳定性，可加入0.05%～0.1%的羧甲基纤维素钠；为增强风味、色泽，还可加入适量焦糖。

（二）小粒种咖啡发酵豆奶的加工

在所有的豆类食品中，饮用豆奶所含的大豆营养物质吸收率最高，可达到98%。大豆中所含的微量成分异黄酮，对人体具有防止骨质疏松和防癌，以及预防更年期疾病等保健作用。大豆蛋白已被美国医学界认为是妇女防治乳腺癌的理想食品。咖啡香气浓郁、风味独



特、含有咖啡因，咖啡饮料已得到人们的厚爱。将大豆、牛奶和咖啡科学组合发酵成饮料，其风味和营养具有互补性。

1. 材料和设备

材料：大豆、小粒种咖啡豆、牛奶、蔗糖、葡萄糖、乳糖、羧甲基纤维素钠、黄原胶和海藻酸钠。保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌。

设备：立式胶体磨、高压灭菌锅、培养箱、电炉、冰箱等。

2. 工艺流程

小粒种咖啡发酵豆奶的加工工艺流程如图 6－10 所示。

牛奶、乳糖（↓混合）；小粒种咖啡豆→烘焙→研磨→萃取→咖啡浓缩液（↓调配）

大豆→清洗→浸泡→热烫→磨浆→过滤→混合→均质→杀菌→冷却→发酵→冷却搅拌→发酵乳→调配→均质→杀菌→冷却→成品

图 6－10 小粒种咖啡发酵豆奶的加工工艺流程

3. 操作要点

（1）原料选择、清洗。先将大豆中混入的杂质及臭豆挑拣出来，再用清水洗净。

（2）浸泡、热烫。将大豆放在 50～60℃的温水中浸泡 13h 左右，让大豆充分吸水饱胀。将浸泡好的大豆放在 95℃水中热烫 3～5min，捞出磨浆。

（3）磨浆、过滤。用普通磨浆机磨浆，用 150 目滤布趁热过滤，使浆渣分离，备用。

（4）混合。将 3%的乳糖和 8%的牛奶加入豆浆中。

（5）均质、杀菌、冷却。均质的目的是使牛奶和乳糖与豆浆充分混合，均质条件为温度 60～65℃、压力 20～25MPa。杀菌的目的是杀灭杂菌，为后续的发酵做准备，杀菌温度为 98～100℃，保持 15～20min。杀菌结束后立即冷却至 30℃左右。

（6）发酵。发酵是生产咖啡发酵豆奶的关键工序，将保加利亚乳杆菌和嗜热链球菌按 1∶1 的比例混合均匀，按 3%的接种量接种到豆浆乳液中，发酵温度控制在 43℃，发酵时间为 6h。

（7）烘焙、研磨。在 220℃的温度下烘焙小粒种咖啡豆 25～20min。将烘焙好的咖啡豆用粉碎机碾磨成 40～60 目的咖啡粉。

（8）萃取。第一次萃取时，用 90～95℃的热水萃取咖啡粉 30min，咖啡粉与水的比例为 1∶8（质量比），萃取结束后用 100 目滤布进行过滤。第二次萃取时，用 90～95℃的热水萃取滤渣 15min，咖啡粉与水的比例为 1∶6（质量比），萃取结束后用 100 目滤布进行过滤。将两次滤液合并，放入真空浓缩罐中，浓缩为原体积的一半。

（9）调配。将小粒种咖啡浓缩液按 1∶55（体积比）的比例加入酸豆奶中，同时加入稳定剂（黄原胶为 0.05%，羧甲基纤维素钠为 0.1%，海藻酸钠为 0.01%）。

（10）均质。使调配时加入的物质充分混合，成为均一状态，均质条件为温度 50～60℃、压力 25～30MPa、时间 15～20min。

（11）杀菌、冷却。采用高温瞬时杀菌，杀菌温度为 125～130℃，时间为 5～7s，杀菌后立即冷却至 25℃左右。

（三）小粒种咖啡酒的加工

随着我国人民生活水平的提高及健康意识的增强，人们对酒的消费观念发生了巨大变化，在选择酒类时，不再只注重酒的刺激性，而是更注重酒的营养性和保健性，因此营养酒应运而生，并且逐渐成为酒类消费热点。

适量摄入小粒种咖啡酒，可刺激人体交感神经系统，起到提神和减除疲劳的作用；同时小粒种咖啡酒还可以扩张人体的动脉血管，增加血液流量及缓解偏头痛等。优质的小粒种咖啡酒呈浅棕色，清澈透明，带有浓郁的咖啡香味，酒精度在15%～17%（v/v%），非常适合女士饮用。

1. 工艺流程

小粒种咖啡酒的加工工艺流程如图6-11所示。

咖啡豆→烘焙→冷却→浸泡→磨浆→粗滤→调配→精滤→灌装→检验→贴标→装箱→成品

果葡糖浆、食用酒精、柠檬酸、食用香料→溶解（↑调配）

图6-11　小粒种咖啡酒的加工工艺流程

2. 配方

30%咖啡清液，22%食用酒精（酒精含量55%），12.5%果葡糖浆（55型），0.25%柠檬酸，0.05%食用香料，50.2%纯净水。

3. 操作要点

（1）咖啡豆选择。小粒种咖啡豆要新鲜，形状整齐，颗粒饱满，色泽鲜亮。

（2）烘焙。用于小粒种咖啡酒的咖啡豆采用浅烘焙，一般分两段，前段125℃烘焙8min，后半段110℃烘焙7min，要求烘焙至咖啡豆呈浅棕色。

（3）冷却、浸泡。浸泡小粒种咖啡豆时小粒种咖啡豆与水的比例为1∶9（质量比），水温为25～30℃，浸泡时间为8～10h，咖啡豆可捻碎即可。

（4）磨浆。咖啡豆和浸泡水一起用胶体磨磨浆。

（5）粗滤。咖啡浆过压滤机过滤，得到棕色清液。

（6）调配。按配方中各种原料的配比准确称量后，先将果葡糖浆、柠檬酸分别溶于水中，再将其与咖啡清液、食用酒精混合，最后加入食用香料补足水并混合均匀。

（7）精滤。用硅藻土过滤器过滤调配好的咖啡酒液，得澄清透明的过滤液。

（8）灌装、检验。按要求灌装后，进行理化指标及卫生指标的检验。

（9）贴标、装箱。检验合格的产品贴标、装箱后即为成品。

如果条件允许，销售前最好贮存2～3个月，咖啡酒的口感更佳。

用上述方法生产的小粒种咖啡酒呈浅棕色，清澈透明，具有咖啡及酒的双重香味，无异味，无悬浮物，总糖（以葡萄糖计）≥9g/100mL，总酸（以柠檬酸计）≥0.35g/100mL，甲醇≤0.04g/100mL。

第二节　特色小粒种咖啡的加工

一、风味小粒种咖啡粉的加工

小粒种咖啡因产地不同而具有不同的香味及成分，需进行合理的调配，以使其香味、成

分得到互补，制出的小粒种咖啡粉具有美好的风味。速溶咖啡的生产因生产设备投资较大，使出产咖啡原料的中小城镇无法生产，只能卖原料。纯咖啡味过苦，我国的饮食习惯使大部分人群对味苦的饮品不适应。风味小粒种咖啡生产设备投资少，操作简便，苦味降低，只需采用小粒种咖啡与其他配料混炒，就可得到以咖啡的色泽、风味为主的棕色咖啡粉，再进行调配制得具有美好风味、饮用方便的风味小粒种咖啡粉。

1. 原材料

咖啡豆：小粒种咖啡豆。

辅料：鸡蛋、食盐、白砂糖（不得有吸潮现象）、红衣花生、全脂奶粉（市售）。

2. 工艺流程

风味小粒种咖啡粉的加工工艺流程如图 6 - 12 所示。

原料选择 → 清洗除湿 → 焙炒（← 配料）→ 磨粉 → 调配（← 奶粉；← 糖粉）→ 包装

白砂糖 → 磨粉 → 糖粉

图 6 - 12　风味小粒种咖啡粉的加工工艺流程

3. 配方

配料配方：18%花生，1%食盐，16%鸡蛋，50%白砂糖。

调配配方：35%咖啡豆，25%奶粉、40%糖粉。

4. 操作要点

（1）原料选择。咖啡豆选用一级豆、二级豆，不得有霉豆和臭豆；花生选用香味浓郁的小粒花生，把霉烂、破损、虫蛀、变色的花生剔除。

（2）清洗除湿。将咖啡豆和花生分别放入清洗槽中洗去豆料表面黏附的灰尘污物，捞出沥干水分。

（3）焙炒。将咖啡豆放入热炒锅中，炒至黄色时有银皮脱落，用电风扇吹风除去银皮，炒 25min 左右，咖啡豆变为浅棕色。加盐和花生继续炒，这时有大量银皮脱落，用电风扇吹风除去银皮，炒至花生变黄。加入鸡蛋（将蛋壳去掉，用打蛋器搅拌至起泡）炒至棕色。慢慢加入白砂糖，边加白砂糖边搅拌，白砂糖炒熔，关闭电炉，利用余热，炒至豆料表面的糖不粘手，用手摸豆料表面有粗糙感觉。焙炒时间为 55min 左右。

（4）磨粉。炒好的豆料完全冷却后，用普通磨粉机磨成粉，用 40 目的筛子筛得棕色粉料，筛子面上的小颗粒进行第二次磨粉，再用 40 目的筛子筛，至筛子面上的小颗粒只有炒好豆料重的 0.1%，筛子面下的粉料拌匀。

（5）调配。按最佳配方将棕色粉料、奶粉、糖粉混合拌匀。

（6）包装。调配完成后立即用复合塑料薄膜袋包装，封口要密封不漏气。

5. 焙炒对咖啡粉的影响

焙炒使咖啡豆和配料发生了物理和化学变化，其变化决定了棕色粉料的色和味。在焙炒时，生咖啡豆所含的蔗糖和加入的白砂糖熔融为焦糖，主要影响焙炒咖啡的颜色；生咖啡豆所含的戊聚糖焙炒时部分降解生成糖醛，使焙炒咖啡具有特殊的谷物香味。在焙炒过程中，酸类的形成和分解同时发生，生咖啡豆所含的 7%左右绿原酸有 1/3～1/2 遭到破坏；醋酸有损失，

其含量将近0.4%；这就使咖啡粉的pH为5.1左右，加盐1%，使酸味较柔和又口感不到盐味。在焙炒过程中咖啡含的不挥发性组分转化为挥发性组分，如脂肪酸和类脂分解为脂肪烃，N-甲基烟酸内盐转化为含氮化合物，高萜分解为单萜等。这样赋予了焙炒咖啡特别的风味。

生咖啡豆含蛋白质13%左右，花生含蛋白质27%左右，鸡蛋含蛋白质13%～15%，因高热的作用蛋白质结构发生变化，诸如肽键的水解，氨基键的变性和新共价异肽键的形成等，水解释放硫酸甲酯和甲基硫醇，香味较好。因高温、水分含量、盐、pH各因素的影响，加入的鸡蛋会马上凝固，焙炒时须快速搅动豆料，使加入的鸡蛋结块少和小。花生焙炒后产生香味含有羰基化合物，特殊的香气成分有五吡嗪化合物和N-甲基吡咯，其中α-伴花生球蛋白为炒花生产生的特殊香味。花生含花生油，47%属不干性油，难聚合，但不影响风味咖啡的水色。

花生、鸡蛋在焙炒过程中所产生的挥发性物质和其他物质弥补了单一品种咖啡焙炒后没有特定风味的缺陷，使风味咖啡滋味醇和、浓厚。

6. 产品质量

（1）感官指标。

色泽：棕色与白色相杂。

气味：以咖啡香为主，淡乳香，气味飘香长久，无异味。

滋味：味甜，较浓厚的咖啡味，滋味醇和，苦味较淡。

形态：粉末和有少量小颗粒，无回潮结块或结团现象。

（2）微生物指标。不得检出致病菌，无因微生物作用引起的霉变现象。

二、袋泡小粒种咖啡粉的加工

目前我国咖啡加工产品主要是焙磨咖啡（煮滤型）和速溶咖啡。焙磨咖啡需要在特制的壶具上煮或冲滤，虽能较好地反映咖啡的原味，口感较好，但制作时需壶具且费时，饮用不十分方便。速溶咖啡尽管只需加水冲饮即可，但因其工艺上需经高温萃取、浓缩、干燥等工序，其香气损失较大，咖啡应有的风味明显减弱。而且速溶咖啡的加工生产投资大，加工成本较高。针对这一状况，推出了袋泡小粒种咖啡粉。它既能保留咖啡原有的香醇风味，又能即冲即饮，较方便。

1. 原料与设备

（1）原料。

咖啡豆：小粒种咖啡豆，应无异味，无黑豆、霉豆、极碎豆和杂质。

白砂糖：符合GB/T 317—2018的规定。

（2）设备：烘焙机（型号为ZDTH100B）、吹风机、超微磨碎机（型号为GWF-2501）、颗粒包装机（型号为B. DEF-30）、自动封口机（型号为FX800）、热收缩包装机（型号BXS-100）。

2. 工艺流程

袋泡小粒种咖啡粉的加工工艺流程如图6-13所示。

3. 操作要点

（1）烘焙。在210℃±10℃温度下烘焙小粒种咖啡豆，每炉烘焙50kg，时间30～40min。烘焙程度要均匀一致，颜色为棕色，苦味和酸味较平衡。

（2）除银皮。除去烘焙后的咖啡豆表层已脱离的银皮，用吹风机进行反抽，使烘焙过的

咖啡豆→烘焙→除银皮→研磨→颗粒包装→复合塑料袋装→封口→纸盒包装→热收缩包装→纸箱装→成品

白砂糖→磨粉→糖粉→包装（↑纸盒包装）

图 6-13 袋泡小粒种咖啡粉的加工工艺流程

小粒种咖啡豆快速冷却，避免因余热使小粒种咖啡的烘焙程度继续加深，并减少小粒种咖啡芳香物质的挥发。

（3）研磨。将烘焙好的小粒种咖啡豆用超微磨碎机研磨成60目的颗粒。

（4）颗粒包装。颗粒包装用特制的袋泡型过滤卷纸制袋，最好用28g/m^{2}的纸质，以每杯7g计量充填并热封口和熨贴提线。

（5）复合塑料袋装。将过滤纸包装好的咖啡产品装入PET/AL/PE三层复合塑料袋中，以避免咖啡芳香物质的挥发并防止哈败。

（6）白砂糖的处理。白砂糖的含水量不能超标，否则磨粉处理时较困难。在磨粉时要调整好磨盘之间的间隙，防止过热而发黏结块。

（7）纸盒包装。把加工好的糖粉用纸塑复合卷材在颗粒包装机上包装好，每袋12g，配套与咖啡一同放入纸盒中，形成二合一的方式。也可将纸塑复合卷材包装好的奶末，一同放入，形成三合一的方式。

（8）热收缩包装。用PVC材料进行纸盒表面包装，起到防潮及美观的作用。

4. 泡制方法

取一袋咖啡粉，放入咖啡杯中，冲入85～90℃的热水，浸泡3min左右，撕开糖粉袋加入糖粉，手提提线上下左右搅动，即可得到一杯浓醇馥郁的咖啡。

三、咖啡拉花的制作

咖啡拉花即使用各种技巧与方式在咖啡表面形成艺术般图案。关于咖啡拉花的起源，一直没有明确的文献记载，只知道在当时的欧美国家，咖啡拉花是在咖啡表演时所展现的高难度创新技巧。这种创新技巧震撼了当时的咖啡行业，并受到了大众的注目。起初咖啡拉花注重的是图案的呈现，经过长期的发展，咖啡拉花不仅仅体现在视觉上的享受，牛奶泡的绵密口感与融合方式及技巧也一直在不断改进，同时更加注重营养，进而在呈现上达到所谓色、香、味俱全的境界。

（一）奶泡的制作

奶泡的制作有两种，一种是用手打奶泡器制作，另一种是用咖啡机高压蒸汽喷嘴制作。

1. 手打奶泡器制作奶泡

（1）将牛奶倒入手打奶泡器中，分量为手打奶泡器的1/3左右，否则制作奶泡时牛奶会因为膨胀而溢出。

（2）将牛奶加热到60℃左右，但是不可以超过70℃，否则牛奶中的蛋白质结构会被破坏并且奶香味也会全无，口感会发干、发涩、不香甜。如果制作冰奶泡则将牛奶冷却至5℃以下，不能让牛奶结冰。注意，盖子与滤网不能直接加热。

（3）盖上盖子与滤网，快速抽动滤网将空气压入牛奶中。抽动时不需要压到底，因为要将空气打入牛奶中，所以只要在牛奶表面操作即可；抽动次数也不需太多，轻轻地抽动30

下左右即可。

（4）移开盖子与滤网，用汤匙将表面粗大的奶泡刮掉，留下的就是绵密的奶泡。

2. 咖啡机高压蒸汽喷嘴制作奶泡

（1）先不要将蒸汽管伸进牛奶中，因为蒸汽管中可能有一些凝结的水，先把蒸汽管前段的蒸汽放掉一些，顺便排出多余的水分。

（2）将温度计（也可不使用温度计）插入牛奶容器中，然后将蒸汽管斜插入牛奶里，打开蒸汽开关。

（3）慢慢地将蒸汽喷嘴位置调整到距离牛奶表面一点点的地方，但是千万不要高于液面，否则牛奶会溅得到处都是；当位置正确时会听到一种平稳的“嘶嘶”声，否则声音就会很大或者是几乎没有声音。当奶泡充足之后，可以将蒸汽管埋深一点，让蒸汽继续加热牛奶，蒸汽管埋的角度最好可以使牛奶流转。

（4）牛奶温度到达 60～70℃时可以关掉蒸汽开关，奶泡已做好。注意取出蒸汽管后，要用湿抹布将附着在蒸汽管上的牛奶擦干净，同时再放出一点蒸汽，以免牛奶干了之后难以清理。

（二）咖啡拉花的分类

咖啡拉花的形式多种多样，大致可以分为三类。

1. 直接倒入成形

直接倒入成形就是使用发泡后的牛奶，迅速将其倒入意式浓缩咖啡中，在牛奶、奶泡与意式咖啡融合至一定的饱和状态后，运用手晃动技巧而形成各种各样的图案。直接倒入拉花图案如图 6－14 所示。





图 6－14　直接倒入拉花图案（林姗提供）

【对应彩图】

2. 咖啡雕花

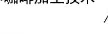
咖啡雕花是指在已经完成意式浓缩咖啡与牛奶、奶泡融合的咖啡上，绘制图案，如心形图案、花卉图案（图 6－15）等。





【对应彩图】

图 6－15　咖啡雕花（花卉图案）



3. 印花

印花是利用各种刻有图形或字样的钢板或模具，沾上深色粉末印出图案或者深色粉末由镂空处漏下形成图案。

（三）咖啡拉花的制作

1. 直接倒入成形（以叶片图案为例）

（1）萃取浓咖啡的精华 1.5 盎司左右，建议直接将浓咖啡盛接在所需要的杯子中。

（2）取出冰冷但是没有结冻的牛奶，用蒸汽开始加热，加热到 60～70℃，如果表面有较粗的奶泡，将其去除。

（3）徐徐将打好的奶泡倒入热的浓咖啡中。当倒入的奶泡与浓咖啡已经充分混合时，表面会呈现浓稠状，这是开始拉花的最好时机（通常此时的杯子已经有一半的液体）。

（4）拉花的开始动作是手腕左右晃动，重点在于稳定地让手腕做水平的左右晃动。注意，这个动作纯粹只需要手腕的力量，不要整只手臂都跟着一起动。当晃动正确时，杯子中会开始呈现出白色的“之”字形奶泡痕迹。

（5）逐渐往后移动拉花杯，并且缩小晃动的幅度，最后收杯时往前一带顺势拉出一道细直线，画出杯中叶子的梗作为结束，如图 6-16 所示。



【对应彩图】





图 6-16 直接倒入成形（叶片图案）

（资料来源：闻闻，炫宇，2007. 咖啡拉花：咖啡与牛奶的完美邂逅 [J]. 中外食品(44)：22-25.）

2. 咖啡雕花的制作（以日出图案为例）

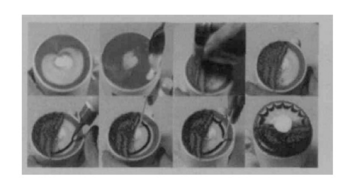
（1）萃取浓咖啡的精华 1.5 盎司左右，建议直接将浓咖啡盛接在所需要的杯子中。

（2）取出冰冷但是没有结冻的牛奶，用蒸汽开始加热，加热到 60～70℃，如果表面有较粗的奶泡，将其去除。

（3）徐徐将打好的奶泡倒入热的浓咖啡中，利用浓缩咖啡与牛奶、奶泡融合时产生的不规则圆点上的不规则图形，使用牙签等针状物沾用巧克力粉或使用装有巧克力酱的挤酱瓶，在完成融合的咖啡表面上，先画出基本线条，再利用牙签等针状物，勾画出各种规则的图形，如图 6-17 所示。

3. 印花的制作

浓缩咖啡与牛奶融合，奶泡漂浮于上层，钢板或模具为镂空的图案或文字，将钢板或模具放置于距离咖啡表面约 1cm 处，撒可可粉或肉桂粉于各式钢板上，使咖啡表面呈现各种图形或文字，如图 6-18 所示。

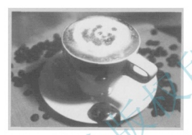




【对应彩图】

图 6－17　咖啡雕花制作（日出图案）

（资料来源：闻闻，炫宇，2007. 咖啡拉花：咖啡与牛奶的完美邂逅［J］. 中外食品(44)：22－25.）





【对应彩图】

图 6－18　咖啡印花制作（熊猫图案）

（资料来源：闻闻，炫宇，2007. 咖啡拉花：咖啡与牛奶的完美邂逅［J］. 中外食品(44)：22－25.）

四、花式咖啡的制作

单品咖啡成熟优雅，岁月流转，在世界不同的地方，它们默默生长、开花、结果。混合咖啡友善大方，包容了不同单品咖啡的特立独行，更显示了混合者的智慧。但是简约的风格未必适合所有人，因此人们不仅创造了不同的方法和工具来冲泡咖啡，而且更是在咖啡中加入简单的牛奶或巧克力，或者加入更复杂也更新奇的东西（如酒、水果，甚至各种香料），使咖啡的味道在瞬间改变。

加糖加奶的咖啡成了某些年轻人喜爱的饮料，甜味能拯救孤独的灵魂，奶香能抚慰敏感的神经，而咖啡则让所有的味觉体验都变得真实。

（一）配与鲜奶类花式咖啡

选用意大利浓缩咖啡，加入打成奶泡的鲜牛奶，再用其他点缀即可。

1. 热拿铁跳舞咖啡

热拿铁跳舞咖啡（图 6－19）是意大利浓缩咖啡与牛奶的经典混合。意大利人很喜欢把热拿铁跳舞咖啡作为早餐的饮料。喝热拿铁跳舞咖啡的人，与其说他们喜欢意大利浓缩咖啡，不如说他们喜欢牛奶，也只有意大利浓缩咖啡才能给普普通通的牛奶带来让人难以忘怀的味道。

材料：意大利咖啡 120mL、鲜牛奶 300mL。

制作方法如下。

（1）将鲜牛奶加热至 80℃，倒入 100mL 杯中。

（2）将剩余的鲜牛奶冷却至 50℃，打成奶泡，用长柄匙挖约 100mL 奶泡放入杯中。

（3）加入煮好的热咖啡即可。

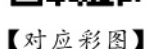




图 6-19 热拿铁跳舞咖啡

（资料来源：张狂，2006. 恋恋咖啡情浓［M］. 北京：当代世界出版社.）

2. 卡布奇诺咖啡

意大利人也喜欢把卡布奇诺咖啡（图 6-20）当作早餐的饮料，如果再配上热而香甜的苹果派，简直就是一天的完美开始。




【对应彩图】

图 6-20 卡布奇诺咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

材料：意大利热咖啡 120mL、全脂鲜牛奶 200mL、柠檬皮一小块、玉桂粉少许。

制作方法如下。

(1) 鲜牛奶倒入奶泡缸中，加热至 50℃后打成奶泡。

(2) 咖啡煮好倒入杯中。

(3) 用长匙挖约 60mL 奶泡放入杯中。

(4) 柠檬皮切成细丁，撒在奶泡上，再撒少许玉桂粉即可。

3. 玛其朵咖啡

意大利浓缩咖啡，加入奶泡，浓郁与柔和的结合，就是玛其朵咖啡（图 6-21）。



【对应彩图】



图 6-21 玛其朵咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

材料：意大利浓缩咖啡120mL、鲜牛奶200mL。

制作方法如下。

（1）鲜牛奶倒入奶泡缸中，加热至50℃后打成奶泡。

（2）咖啡煮好倒入杯中。

（3）用长匙挖两大匙奶泡放入杯中即可。

如果加入生姜粉，即为生姜玛其朵咖啡。

4. 印第安咖啡

印第安咖啡（图6-22）在咖啡中加入少许盐，那一丝丝的咸能增进甜味，让人更懂得什么叫甜。





【对应彩图】

图6-22　印第安咖啡

（资料来源：张狂，2006. 恋恋咖啡情浓［M］. 北京：当代世界出版社.）

材料：牛奶100mL、咖啡粉10g。

制作方法如下。

（1）在杯中加入深烘焙的咖啡粉与适量红糖，再加入少量盐，仔细搅拌。

（2）锅中倒入牛奶后加热至沸腾。

（3）将沸腾的牛奶倒入杯中，等咖啡渣沉淀后即可。

5. 欧雷咖啡

牛奶和咖啡在第一时间相遇，碰撞出的是一种闲适自由的心情，很像法国人的性格。

欧蕾咖啡可以看作欧式的拿铁咖啡，与美式拿铁咖啡和意式拿铁咖啡不太相同。它是一杯香滑的法式牛奶咖啡，一半的咖啡冲上一半滚烫的牛奶，浓郁的香气瞬间舒展出单纯的温暖。这种咖啡适合作为初尝试的淡味咖啡，法式风情掺揉其中，紧张情绪消失，恢复生机。在法国，这种被加入大量牛奶的花式咖啡，是早餐的好伴侣，用它来搭配可颂面包，就是简单而满足的一餐。

材料：意大利浓缩咖啡、鲜牛奶。

制作方法如下。

（1）鲜牛奶倒入奶泡壶中，加热至50℃后打成奶泡。

（2）将意大利浓缩咖啡和奶泡同时倒入大杯中即可。

（二）配与奶油类花式咖啡

将咖啡煮好，搅打奶油，再加入其他辅料或用其他点缀即可。

1. 摩卡咖啡

摩卡咖啡（图6-23）驯服了浓缩咖啡的浓烈，包容了巧克力的甜美，更融合了牛奶的

柔滑。巧妙的喝法是一口就可以喝到杯中的全部内容，牛奶在舌根，巧克力在中间，浓缩咖啡在舌尖，瞬间就能体会到包容的乐趣。

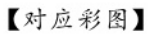




图 6-23　摩卡咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

材料：意大利浓缩咖啡、巧克力糖浆、牛奶、奶油、甜可可粉、肉桂棒。

制作方法如下。

（1）用虹吸壶或摩卡壶做一小杯意大利浓缩咖啡备用。

（2）将巧克力糖浆倒入温热的咖啡杯中。

（3）在咖啡杯里倒入意大利浓缩咖啡，然后加入等量的热牛奶。

（4）在上面覆盖上一些打成泡沫的奶油，然后撒上甜可可粉，放上肉桂棒即可。

2. 巴西利亚咖啡

巴西利亚咖啡（图 6-24）加了蜂蜜，使这种咖啡别具甜美的风味。



【对应彩图】



图 6-24　巴西利亚咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

材料：综合咖啡 120mL、蜂蜜 15mL、鲜奶油适量。

制作方法如下。

（1）将咖啡煮好。

（2）杯中放入白砂糖和蜂蜜。

（3）杯中倒入咖啡，上面挤一层鲜奶油即可。

如果再撒上少许巧克力和七彩米，就成为维也纳咖啡；杯中再加白砂糖，最后撒上约 2g 话梅粉即为蜜思梅咖啡。

3. 巴巴利安咖啡

巴巴利安咖啡（图 6-25）又称“巧克力咖啡”，据说是由非洲土著发明的，具有香浓

甜美的多重口感。





【对应彩图】

图 6-25　巴巴利安咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡 [M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

材料：综合咖啡 120mL、冰糖 4g、巧克力膏 15mL、玉桂粉少许、鲜奶油适量。

制作方法如下。

(1) 杯中放入冰糖，咖啡煮好后倒入杯中。

(2) 在咖啡上面挤一层鲜奶油。

(3) 加入巧克力膏，撒上玉桂粉即可。

4. 爱恩斯坦咖啡

爱恩斯坦咖啡（图 6-26），在深色咖啡上有一层白色的奶油，奶油上有少许巧克力米，似在提醒人们，享福时不要忘了幸福来之不易。





【对应彩图】

图 6-26　爱恩斯坦咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡 [M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

材料：意大利咖啡 120mL、鲜奶油适量、巧克力米少许。

制作方法如下。

(1) 咖啡煮好后倒入杯中。

(2) 在咖啡上面挤一层鲜奶油，再加入巧克力米即可。

5. 热波桔亚咖啡

据说热波桔亚是欧洲一个有权势的家族，他们擅长在咖啡和橘子里面下毒来消灭敌人，所以热波桔亚咖啡（图 6-27）是用他们的家族名称来命名的。

材料：综合浓缩咖啡 120mL、墨西哥巧克力粉 1 勺、橘子汁数滴、搅拌奶油适量、橘子皮。

制作方法如下。


【对应彩图】



图 6-27　热波桔亚咖啡

（资料来源：张狂，2006. 恋恋咖啡情浓［M］. 北京：当代世界出版社.）

（1）将综合浓缩咖啡和墨西哥巧克力粉倒入杯中，使巧克力粉溶化。

（2）挤入数滴橘子汁，充分搅拌均匀。

（3）加入搅拌奶油，在咖啡的顶部可以做出螺旋的花式，最后用橘子皮装饰即可。

（三）配与酒、奶油、鲜奶类花式咖啡

1. 爱尔兰咖啡

爱尔兰咖啡（图 6-28）是含酒精咖啡的代表作品，爱尔兰威士忌的加入，让人在品味咖啡的同时感受到酒精的浓烈。一杯爱尔兰咖啡就像冬晨冉冉升起的太阳，让人全身很快泛起暖意，思绪也会不由自主地随意飞扬。


【对应彩图】



图 6-28　爱尔兰咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

材料：综合咖啡或者蓝山咖啡 120mL、鲜奶油适量、爱尔兰威士忌 15～30mL、方糖 1 颗。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好后倒入杯中，挤上一层鲜奶油。

（2）先将酒杯洗净擦干，放在咖啡架上，点燃酒精灯烘干水汽。

（3）将爱尔兰威士忌倒入酒杯中，略微摇动杯子，让酒液沾满杯。

（4）在酒杯中放 1 颗方糖，再将酒杯放在咖啡架上，将酒温热。

（5）点火于酒杯中，着火后，再将酒倒入咖啡杯即可。

将爱尔兰威士忌换为白兰地（7.5mL），不用酒杯而用长把匙，就是皇家咖啡（图 6-29）。





【对应彩图】

图 6-29　皇家咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

2. 薄荷咖啡

材料：热咖啡 120mL、鲜奶油适量、绿薄荷酒 15mL。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好后倒入杯中。

（2）在咖啡上面挤一层鲜奶油，淋上绿薄荷酒即可。薄荷咖啡如图 6-30 所示。





【对应彩图】

图 6-30　薄荷咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

3. 罗马咖啡

材料：综合咖啡 120mL、棕朗姆酒 7.5mL、鲜奶油适量。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好倒入杯中。

（2）加入棕朗姆酒。

（3）在咖啡上面挤一层鲜奶油即可。罗马咖啡如图 6-31 所示。

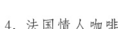




【对应彩图】

图 6-31　罗马咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）



4. 法国情人咖啡

材料：意大利咖啡 120mL、咖啡酒 7.5mL、棕可可酒 7.5mL、伏特加酒 7.5mL、鲜奶油适量、玉桂粉少许。

制作方法如下。

(1) 将所有酒类倒入杯中。

(2) 咖啡煮好后倒入杯中。

(3) 在咖啡上面挤一层鲜奶油，撒上少许玉桂粉即可。法国情人咖啡如图 6－32 所示。

将酒换成杏仁香甜酒和茴香酒，不撒玉桂粉就成为罗马假期咖啡，如图 6－33 所示。

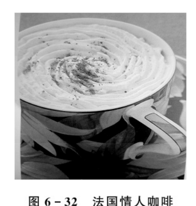


图 6－32　法国情人咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡 [M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

【对应彩图】



图 6－33　罗马假期咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡 [M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

5. 莫内雷那咖啡

材料：综合咖啡 120mL、杏仁香甜酒 15mL、鲜奶油适量、七彩米少许。

制作方法如下。

(1) 咖啡煮好后倒入杯中。

(2) 加入杏仁香甜酒。

(3) 在咖啡上面挤一层鲜奶油，撒上少许七彩米即可。莫内雷那咖啡如图 6－34 所示。



【对应彩图】



图 6－34　莫内雷那咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡 [M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

将杏仁香甜酒换为白兰地酒，添加白砂糖 4g，不要七彩米即为爱列斯咖啡。

将杏仁香甜酒换为白朗姆酒（15mL）和杏桃酒（15mL），七彩米改为杏仁片即为亚玛雷特咖啡。

将杏仁香甜酒换为红橙皮酒（7.5mL），七彩米改为柳丁皮细丝即为淡红色咖啡。

将杏仁香甜酒换为棕可可酒（7.5mL），七彩米改为可可粉即为亚力山大咖啡，如图 6－35 所示。

将杏仁香甜酒换为樱桃酒（7.5mL）和鲜奶（60mL），七彩米改为胡桃片即为胡桃咖啡，如图 6－36 所示。

将杏仁香甜酒换为各类香甜酒（根据个人喜好的口味任选），不要七彩米即为香甜酒咖啡，如图 6－37 所示。



图 6－35　亚力山大咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）



图 6－36　胡桃咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）



图 6－37　香甜酒咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

【对应彩图】

6. 阖家欢咖啡

材料：综合咖啡 120mL、白砂糖 4g、蛋黄 1 个、白兰地酒 7.5mL、蜂蜜 10mL、鲜奶油适量、玉桂粉少许。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好后倒入杯中。

（2）依序加入白砂糖、蛋黄、白兰地酒及蜂蜜。

（3）在咖啡上面挤一层鲜奶油，撒上玉桂粉即可。

7. 露西亚热咖啡

露西亚是个美丽的、女性气质十足的名字，听到这个名字，人们往往想起一位热情而充满魅力的少女，她有着金黄的长卷发，白皙的皮肤，以及如天空般湛蓝的双眸。当她微笑时，花朵也黯然失色；春风也不愿离去。橘子果酱的甘甜犹如夏日热情，再加上伏特加的浓烈香醇，更使咖啡醇厚带甘，适合男性饮用。以露西亚命名的咖啡，却并不是女士特饮。露西亚热咖啡，看似名不副实，却是最耐人寻味的咖啡。

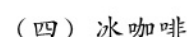
材料：综合咖啡 120mL、橘子果酱 8g、柳丁片 1 片、伏特加酒 7.5mL、鲜奶油适量。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好后倒入杯中。

（2）加入橘子果酱和柳丁片。

（3）挤上一层鲜奶油，淋上伏特加酒即可。



（四）冰咖啡

夏日的午后，有些闷热与躁动，工作之余的你，不妨寻找一个安静的角落，独自品尝一杯极具特色的冰咖啡。

1. 霜冰咖啡

霜冰咖啡（图 6－38），白汽水里加入果糖、碎冰，再加入冰咖啡，让人在甜香中感受苦涩，也在苦涩中更觉香甜，凉凉地入口，会让人冷静地思考。



【对应彩图】



图 6－38　霜冰咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社．）

材料：冰咖啡 120mL、果糖 30mL、白汽水 120mL、碎冰 150g。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好，以外缩法（咖啡隔冰水冷却）冷却备用。

（2）杯中加入果糖、白汽水、碎冰。

（3）用长柄匙略将果糖勾连至白汽水及碎冰中。

（4）再用长柄匙略挡住咖啡冲力，将咖啡徐徐倒入杯中即可。

将白汽水换成鲜牛奶（100mL），碎冰量为 60g，即为冰拿铁跳舞咖啡。

2. 彩虹冰咖啡

彩虹冰咖啡（图 6－39）多层次表现，凸显其迷人风采，清爽的甘甜醇、细腻，略有酸甜感，夏日雨后的清凉感觉也随之扑面而来，同时感受到夏日多彩的浪漫情怀。



【对应彩图】



图 6－39　彩虹冰咖啡

（资料来源：王金豹，2011. 咖啡图鉴：咖啡全程学习指南［M］. 北京：化学工业出版社．）

材料：冰咖啡 120mL、蜂蜜 15mL、鲜奶油适量、红石榴汁 10mL、草莓冰激凌 1 小球、碎冰 160g、红樱桃 1 颗。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好，以外缩法冷却备用。

（2）将蜂蜜加入咖啡中，用长柄匙稍稍搅拌。

（3）倒入红石榴汁。

（4）将碎冰倒入杯中，再倒入冰咖啡。

（5）挤上一层鲜奶油，放上草莓冰激凌即可。

另增加果糖 5mL、香草冰激凌 1 中球，即为彩虹冰激凌冰咖啡。

3. 翡冷翠冰咖啡

低温下，浓烈的绿薄荷酒和鲜润的奶油被冰水稀释，品尝到的是凉爽、甘甜又清爽的咖啡和绿薄荷酒的味道，但是过几分钟，会突然发现回荡在口腔里的还有一股淡淡的香草味。

材料：冰咖啡 120mL、果糖 30mL、鲜奶油适量、香草冰激凌 1 中球、绿薄荷酒 15mL、碎冰 180g、七彩米少许。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好，以外缩法冷却备用。

（2）将果糖加入咖啡中，用长柄匙稍稍搅拌。

（3）杯中加入碎冰，倒入冰咖啡。

（4）挤上一层鲜奶油，放上香草冰激凌，再淋上绿薄荷酒，用七彩米装饰即可。翡冷翠冰咖啡如图 6－40 所示。





【对应彩图】

图 6－40　翡冷翠冰咖啡

（资料来源：王金豹，2011. 咖啡图鉴：咖啡全程学习指南 [M]. 北京：化学工业出版社.）

不加绿薄荷酒和七彩米即为漂浮冰咖啡。

4. 墨西哥落日冰咖啡

墨西哥落日冰咖啡（图 6－41）似暮色已重，海上一轮落日，在将沉未沉之间，带给人清凉香醇。

材料：冰咖啡 120mL、果糖 30mL、蛋黄 1 个、绿薄荷酒 15mL、鲜奶油适量、碎冰 60g。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好，以外缩法冷却备用。

（2）将果糖加入咖啡中，用长柄匙稍稍搅拌。

（3）杯中加入碎冰，倒入冰咖啡。

（4）倒入蛋黄，挤上一层鲜奶油，再淋上绿薄荷酒即可。


【对应彩图】



图 6-41　墨西哥落日冰咖啡

（资料来源：王金豹，2011. 咖啡图鉴：咖啡全程学习指南 [M]. 北京：化学工业出版社.）

5. 爱尔兰冰咖啡

材料：意大利咖啡 120mL、白砂糖 8g、爱尔兰威士忌酒 15mL、鲜牛奶 120mL、鲜奶油适量、冰块 180g。

制作方法如下。

（1）将鲜奶油之外的全部材料倒入雪克壶中摇晃 15 下。

（2）将摇晃好的混合液徐徐倒入杯中，挤上一层鲜奶油即可。爱尔兰冰咖啡如图 6-42 所示。


【对应彩图】



图 6-42　爱尔兰冰咖啡

（资料来源：王金豹，2011. 咖啡图鉴：咖啡全程学习指南 [M]. 北京：化学工业出版社.）

（五）配与其他咖啡

1. 热情咖啡

热情咖啡（图 6-43），点燃火焰后放在桌上，相当新鲜刺激，具有浪温迷人的品饮风情，喝前享受调制乐趣，喝后享受劲道快感。


【对应彩图】



图 6-43　热情咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡 [M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

材料：综合咖啡 120mL、鲜柠檬片 1 片、白朗姆酒 15mL。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好后倒入杯中。

（2）放入柠檬片，让柠檬片缓缓浮起。

（3）往杯中轻轻倒入白朗姆酒，点火，让火焰燃烧在杯上，待火熄灭后即可。

2. 鸳鸯咖啡

鸳鸯咖啡：我们的颜色是那么的相像，我们的性格很相似，我们的相处能水乳交融吗？

材料：综合咖啡 60mL、热红茶 60mL。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好后倒入杯中；

（2）杯中加入热红茶即可。

3. 杏仁咖啡

材料：综合咖啡 120mL、白砂糖 4g、杏仁片少许。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好倒入杯中。

（2）加入白砂糖。

（3）撒上杏仁片即可。

将杏仁片换为凤梨，即为凤梨咖啡。

4. 艾妮塔小姐咖啡

材料：综合咖啡 120mL、茴香酒 15mL。

制作方法如下。

（1）咖啡煮好后倒入杯中。

（2）杯中倒入茴香酒即可。艾妮塔小姐咖啡如图 6－44 所示。

将茴香酒换为白橙皮酒即为古拉索咖啡（图 6－45）。



图 6－44　艾妮塔小姐咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）



【对应彩图】



图 6－45　古拉索咖啡

（资料来源：蒋馥安，2002. 经典咖啡［M］. 沈阳：辽宁科学技术出版社.）

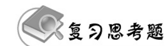
5. 椰子汁加奶油块的咖啡

材料：综合咖啡 120mL、牛奶 60mL、鲜奶油适量、椰子香精两滴、熟椰子末少许。

制作方法如下。

（1）在杯中滴上两滴椰子香精。

(2) 倒入煮好的咖啡和牛奶。
(3) 加一匙奶油，浮在上面。
(4) 撒上一些熟椰子末作装饰即可。



1. 国内人们选择饮料的趋势是什么?
2. 加工小粒种咖啡奶的注意事项是什么?
3. 描述小粒种咖啡花生奶的加工操作。
4. 写出小粒种咖啡乳饮料的生产工艺流程。
5. 加工小粒种咖啡乳饮料的注意事项是什么?
6. 小粒种咖啡浓缩液是怎样萃取的?
7. 加工小粒种咖啡浓缩液均质的目的是什么?
8. 加工小粒种咖啡浓缩液的注意事项是什么?
9. 加工小粒种咖啡液体饮料的萃取液是怎样制取的?
10. 简述加工绿豆小粒种咖啡复合饮料的操作要点。
11. 简述加工枸杞小粒种咖啡复合饮料的操作要点。
12. 描述小粒种咖啡豆乳复合饮料的加工工艺流程。
13. 加工小粒种咖啡酸奶中易出现哪些质量问题? 应该如何处理?
14. 简述加工小粒种咖啡发酵豆奶的操作要点。
15. 加工小粒种咖啡酒的操作要求有哪些?
16. 加工袋泡咖啡的注意事项有哪些?
17. 奶泡是如何制作的?
18. 如何制作咖啡拉花?

【实验实训】

实验实训一　小粒种咖啡花生奶系统实验

一、实验目的

(1) 了解饮料的发展趋势。
(2) 了解花生、牛奶的营养价值，牛奶的特性。
(3) 学会制取花生浆液。
(4) 掌握小粒种咖啡液体与花生浆液、牛奶的混合调配方法。

二、实验原理

小粒种咖啡豆和花生分别经过预处理制成液体，将两种液体按照一定比例调配，装入包装容器中密封杀菌，隔离外界，以保持装入时的风味并有效地防止外界微生物的再次侵染，从而能长期贮藏。另外，花生和牛奶合用所含营养全面，小粒种咖啡豆经过烘焙后，赋予了咖啡特有的香味，具有提神作用，将它们混合后得到营养全面、提神醒脑、饮用方便的咖啡奶类饮料。

三、仪器用具、试材

仪器用具：烘焙机、粉碎机、托盘天平（感量为0.001g）、白色瓷盘、豆浆机、均质机、实验室用单头灌装机、杀菌机、温度计、计时器、800mL烧杯、500mL量筒。

试材：小粒种咖啡豆、花生、白砂糖、牛奶、单甘酯、羧甲基纤维素钠。

四、实验操作流程及方法

（一）实验操作流程

小粒种咖啡花生奶复合饮料的实验操作流程如下。

花生→挑选→烘烤→去皮→浸泡→打浆→过滤→调配→预热→均质→灌装→杀菌→冷却→成品
↑
咖啡粉→熬煮→过滤→咖啡液体

（二）实验操作方法

（1）原料挑选。选用香味浓郁的小粒花生，把霉烂、破损、虫蛀、变色的花生剔除。

（2）烘烤去皮。将花生在120℃下烘烤20 min，然后迅速将红皮脱去。

（3）浸泡、打浆。将花生在pH为7.5～8.5的弱碱液中浸泡至充分吸胀为止。一般用60～70℃的水，浸泡4～6 h，然后淋去碱液，用打浆机打浆。打浆时要加水，花生∶水＝1∶8（质量比）。

（4）过滤。用100目的滤网过滤花生浆液，按过滤好的花生浆液与牛奶按3∶1（体积比）的比例混合。

（5）烘焙。将小粒种咖啡豆放入烘焙机中加热，当二爆开始时即停止取出，放于白色瓷盘中冷却。

（6）研磨。取烘焙好的小粒种咖啡粉碎为粒度30～40目的粉末。

（7）熬煮、过滤。将咖啡粉用20倍的水（85℃）熬煮15 min，然后用100目的筛网过滤。

（8）调配。将花生奶液与咖啡液体按10∶3（体积比）的比例混合，加入白砂糖及稳定剂。

（9）预热。将调配好的乳液加热到70℃。

（10）均质、灌装。在25MPa压力下均质后，装瓶压盖。

（11）杀菌。杀菌条件为15－20－15/121℃。

五、实验记录及结果

将实验的数值记录于表6－4中，对成品进行感官检验后记录于表6－5中，根据实验数值得出结果。

表6－4　实验记录及计算

小粒种咖啡豆/g	花生/g	小粒种咖啡液体/g	花生浆液/g	牛奶/g	用糖量/g	单甘酯	羧甲基纤维素钠的用量/g	成品重/g	成品得率/(%)

表6－5　成品感官检验记录

组别	色泽	组织形态	香气	气味	滋味	回味

结果：

六、问题思考

（1）花生为什么要用弱碱液浸泡？

（2）均质前为什么要预热？

（3）哪些因素影响小粒种咖啡液与花生浆液、牛奶均质效果？

实验实训二　小粒种咖啡豆乳复合饮料系统实验

一、实验目的

（1）了解饮料的分类及饮料的发展趋势。

（2）了解大豆的营养价值。

（3）学会处理大豆的豆腥味。

（4）掌握小粒种咖啡液与大豆浆液的混合调配方法。

（5）掌握大豆的制浆操作过程。

二、实验原理

小粒种咖啡豆和大豆分别经过预处理制成液体，将两种液体按照一定比例调配，装入包装容器中密封杀菌，隔离外界，以保持装入时的风味并有效地防止外界微生物的再次侵染，从而能长期贮藏。另外，大豆所含营养全面，小粒种咖啡豆经过烘焙后，赋予了咖啡特有的香味，具有提神作用，两者混合后得到营养全面、提神醒脑、饮用方便的小粒种咖啡豆乳复合饮料。

三、仪器用具、试材

仪器用具：烘焙机、粉碎机、托盘天平（感量为0.001g）、白色瓷盘、豆浆机、均质机、实验室用单头灌装机、杀菌机、温度计、计时器、800mL烧杯、500mL量筒。

试材：小粒种咖啡豆、大豆、白砂糖、柠檬酸钠。

四、实验操作流程及方法

（一）实验操作流程

1. 豆乳的制作

豆乳的制作流程：浸泡→热烫→磨浆→浆渣分离→均质。

2. 小粒种咖啡萃取液的制作

小粒种咖啡萃取液的制作流程：生咖啡豆→烘焙→研磨→萃取→过滤。

3. 小粒种咖啡豆乳复合饮料

小粒种咖啡豆乳复合饮料制作流程如下。

豆乳
↓
咖啡萃取液→溶解→调和→均质→杀菌→冷却→成品
↑
白砂糖、添加剂

（二）实验操作方法

（1）烘焙。将小粒种咖啡豆放入烘焙机中加热，当二爆开始时即停止取出，放于白色瓷盘中冷却。

（2）研磨。烘焙好的小粒种咖啡豆粉碎为粒度30～40目的粉末。

（3）萃取。取粉碎好的小粒种咖啡粉放入冲泡杯中，冲入100℃的水，计时，用勺击碎帽状外壳，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，4min撇出小粒种咖啡液体，放于干燥的杯中；再冲入100℃的水，计时，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，5min撇出小粒种咖啡液体，放于干燥的杯中；再冲入100℃的水，计时，由里至外再由外至里轻轻搅拌几次，7min撇出小粒种咖啡液体，放于干燥的杯中。将三次的浸泡液体混合备用。

（4）浸泡。将生大豆用水洗净，加入生大豆3倍重的温水（60～70℃），在水中溶解0.5% $NaHCO_3$，室温下浸泡12～15h，让大豆充分吸水饱胀。

（5）热烫。将泡好的大豆用水洗净，在85～90℃条件下热烫5～6min，以钝化大豆中脂肪氧化酶的活性，捞出磨浆。

（6）磨浆。以生大豆计7～8倍的水（95℃以上的热水）磨浆。

（7）浆渣分离。磨浆后趁热进行浆渣分离，用150目滤布过滤取汁备用。

（8）豆乳均质。将豆乳加热至65～70℃进行均质。均质条件34MPa、15～20min。

（9）均质。采用两段均质，均质压力22MPa，均质温度50℃。

（10）杀菌。采用125℃、15min的杀菌条件。

五、实验记录及结果

将实验的数值记录于表6-6中，对成品进行感官检验后记录于表6-7中，根据实验数值得出结果。

表6-6　实验记录及计算

组别	小粒种咖啡豆/g	大豆/g	小粒种咖啡液体/g	大豆液体/g	用糖量/g	柠檬酸钠用量/g	成品重/g	成品得率/(%)

表6-7　成品感官检验记录

组别	色泽	组织形态	香气	气味	滋味	回味

结果：

六、问题思考

（1）大豆为什么会有豆腥味？

（2）哪些因素影响小粒种咖啡液体与大豆浆液均质效果？

（3）大豆制浆时的浆渣分离为什么要趁热进行？

实验实训三　风味小粒种咖啡粉系统实验

一、实验目的

（1）了解小粒种咖啡加工生产的发展趋势。

（2）掌握风味小粒种咖啡粉的调配方法。

（3）掌握风味小粒种咖啡粉的加工要点。

二、实验原理

小粒种咖啡因产地不同而具有不同的香味及成分，需进行合理的调配，以使其香味、成分得到互补，制出的咖啡粉具有美好的风味。

三、仪器用具、试材

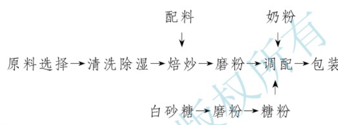
仪器用具：热炒锅、粉碎机、包装机托盘天平（感量为0.001g）、白色瓷盘、汤勺、500mL烧杯、500mL量筒。

试材：小粒种咖啡豆、红衣花生、白砂糖、奶粉。

四、实验操作流程及方法

（一）实验操作流程

风味小粒种咖啡粉的实验操作流程如下。



（二）实验操作方法

（1）原料选择。咖啡豆选用一级豆、二级豆，不得有霉豆和臭豆；花生选用香味浓郁的小粒花生，把霉烂、破损、虫蛀、变色的花生剔除。

（2）清洗除湿。分别用清水清洗咖啡豆和花生，沥干水分。

（3）焙炒。将咖啡豆放入热炒锅中，炒至黄色时有银皮脱落，吹风除去银皮，炒25min左右，咖啡豆变为淡棕色。加花生继续炒，这时有大量银皮脱落，吹风除去银皮，炒至花生变黄。慢慢加入白砂糖，边加白砂糖边搅拌，白砂糖炒熔，炒至豆料表面的糖不粘手，用手摸豆料表面有粗糙感觉。

（4）磨粉。炒好的豆料完全冷却后，用粉碎机磨成粉，用40目的筛子筛得棕色粉料，筛子面上的小颗粒进行第二次磨粉，再用40目的筛子筛，至筛子面上的小颗粒只有炒好豆料重的0.1%，筛子面下的粉料拌匀。

（5）调配。按最佳配方将棕色粉料、奶粉、糖粉混合拌匀。

（6）包装。调配完成后立即用复合塑料薄膜袋包装，封口要密封不漏气。

（7）品尝。取风味小粒种咖啡粉放于冲泡杯中，加入100℃的水，浸泡4～6min，然后品尝。

五、实验记录及结果

将实验的数值记录于表6-8中，对成品进行感官检验后记录于表6-9中，根据实验数值得出结果。

表6-8 实验记录及计算

小粒种咖啡豆/g	花生/g	奶粉/g	用糖量/g	成品重/g	成品得率/(%)

表 6-9　成品感官检验记录

组别	色泽	组织形态	香气	气味	滋味	回味

结果：

六、问题思考

（1）烘焙对风味小粒种咖啡粉色泽有什么影响？

（2）花生烘焙后香气发生了怎样的变化？



第七章　小粒种咖啡副产品综合利用

学习目标

1. 熟悉小粒种咖啡果肉用作牛饲料及有机肥。
2. 掌握利用小粒种咖啡果肉酿制咖啡酒。
3. 了解小粒种咖啡种壳的利用。
4. 掌握从咖啡渣中提取油脂的过程。
5. 理解从咖啡渣中提取的抗氧化物特性。
6. 了解用咖啡渣制取D-甘露糖。
7. 了解咖啡渣发酵作全混合日粮饲料。

小粒种咖啡加工过程中的副产物有咖啡果肉、种壳、内果皮、黏液及生产速溶咖啡过程中剩下的咖啡渣等。为了提高小粒种咖啡生产的效益，发挥小粒种咖啡资源优势，有必要研究咖啡副产物的综合利用，使其变废为宝。

很多国家流行咖啡同果冻、果浆、果粉、果脯等合二而一的嗜好食品，特别是利用咖啡副产品开发的咖啡酒、咖啡醋、咖啡油、咖啡汽水等系列产品在市场走俏。比利时从新品种白色咖啡果肉中制取出一种物料，其成分与普通咖啡相同，但呈乳白色，并且易于消化吸收，具有多种健康功能，这不但拓宽了废弃果肉的利用途径，而且利用这种原料制成了咖啡汽水，颇适宜运动员和消化不良的人饮用。

咖啡果肉是湿法加工最主要的副产品，其干重约占浆果干重的29%，各类氨基酸含量比较丰富。刚果专家试验研究约15kg咖啡果肉能酿制1kg浓度为90%的酒精。刚果首创生产的“罗巴斯塔”咖啡酒，清澈透明，带有咖啡的浓香，已驰誉欧美。咖啡果肉的粗蛋白质含量按干重计约11%，蛋白质质量与大豆蛋白类似。美国一家公司利用废弃咖啡果肉提取蛋白质已进入规模化生产，并开发出多项咖啡蛋白应用新技术，如采用冷却模板与挤压法制出仿肉型蛋白产品，利用咖啡蛋白经酶改质制成卵白状产品，这些产品是食品工业的新型原料和配料。

采用湿法加工产生的废水经过浓缩、发酵后，可获得浓度为4.6%的醋酸。日本一家调味品公司首创用其精制配成咖啡醋，品味价高，营养丰富，已走俏国际市场。印度的一家公司对湿法加工咖啡浆果时产生的黏液进行开发，可以提取高品味的果胶。果胶是用于食品、美容和医药工业的重要原料。每千克新鲜咖啡浆果，可以提取50～120g果胶，利用效益较高。

咖啡渣是生产速溶咖啡的主要副产品。咖啡渣在国外主要用作饲料、肥料和燃料，使用价值较低，而在国内多是当作废物丢弃，既浪费又污染环境。日本一家食品公司利用咖啡渣

开发出一种咖啡喷雾饮，面市后大为畅销。这种饮料是装入喷射式铝罐中的浓缩咖啡液，其容器上部有喷嘴，用手轻轻一按，就会喷出咖啡浓缩雾，可直接喷雾入口享用，也可加入水稀释饮用。巴西研究人员利用咖啡渣提取高级食用油获得成功，并已规模化生产。

德国科学家从咖啡豆中提取咖啡因距今已有上百年的历史，近年来又开发了从咖啡废弃物和下脚料中制取咖啡因，并且获得了利用效率较高的工艺技术。咖啡因在畜牧兽医、人类防癌和计划生育方面具有理想用途。而且咖啡因具有兴奋、提神作用而用于饮料及医药等方面。

第一节　小粒种咖啡果肉、种壳和黏胶的利用

1t 咖啡浆果约有 460kg 果肉，按干物质计，约占浆果质量的 30％；得咖啡种壳 60kg，含干物质 40kg，占浆果的 12％。在制造速溶咖啡过程中，咖啡渣约占咖啡豆干物质的 67％。

一、小粒种咖啡果肉的利用

小粒种咖啡果肉含有水分、蛋白质、氨基酸、碳水化合物、维生素、矿物质，可作饲料、有机肥，还可用来生产沼气，提取咖啡因，以及用来酿酒等。

1. 用作牛饲料

晒干后的小粒种咖啡果肉（图 7－1）可以作牛饲料。如果饲料中咖啡果肉含量超过 20％，牛的增重和对饲料的吸收随着饲料中咖啡果肉含量的增加而减少。因为咖啡果肉中存在有毒物质（如单宁和其他的多酚类）、咖啡因和钾，对牛的进食量有不良影响而引起掉膘。含量低于 20％，不影响奶牛的产奶量。因此，用咖啡果肉作反刍动物饲料时，饲料中的果肉含量应该控制在 20％以下。推荐用 16％咖啡果肉掺合作猪饲料，其对猪的体重增加无任何不良影响。利用咖啡果肉作其他牲畜的配合饲料，研究得不多，用咖啡果肉作鸡饲料和鱼饵料的可能性要进行更多的研究。另外，由于青贮时排出液可使水溶性咖啡因和单宁流失，嗜食性得到改进，青贮料咖啡果肉优于干咖啡果肉。





【对应彩图】

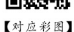
图 7－1　晒干后的小粒种咖啡果肉

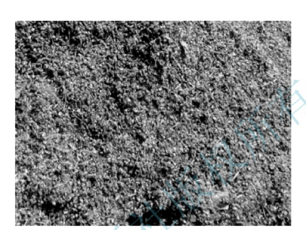
2. 用作有机肥

咖啡果肉富含氮和钾，小粒种咖啡果肉含氮量为 1.40％～1.56％（占干物质），含钾量为 0.32％～0.37％，含磷量为 2.92％～3.71％。一般来说，咖啡果肉的肥料价值高于畜肥。因此，咖啡果肉主要作为有机肥改良土壤结构。

根据国外的试验，施用果肉作有机肥的植株，生长粗壮。咖啡种植时施用咖啡果肉有机肥，有益于植株健康成长，并使植株更抗虫害，尤其是抗线虫。利用咖啡果肉作肥料，即使不能提高土壤肥力，也是保持土壤肥力的一项明智措施。

施用鲜果肉是不可取的，因其在发酵时释放出热量，可能影响树根部。用果肉和农家肥交替隔层堆放并加硫酸铵或尿素和过磷酸钙制作堆肥，可增加肥分并加速其熟化。沤熟的废浆中含有1.52%的氮，0.4%的磷和1.27%的钾，最适于用作有机肥。图7-2所示为正在沤肥的小粒种咖啡果肉。



【对应彩图】


图7-2 正在沤肥的小粒种咖啡果肉

3. 用来生产沼气

咖啡果肉是一种潜在能源。咖啡果肉的厌氧消化作用不仅能使它转化为有价值的有机肥料，而且可产生易燃的沼气。将牛粪和来自沼气池的陈腐厩液加在咖啡果肉里能提高沼气产量，果肉、牛粪、厩液的比例为3∶1∶1。2t咖啡果肉沼气的月产量潜力为131m^3，相当于100L石油的热值。

4. 提取果肉的咖啡因

把5kg咖啡果肉粗粉碎，并置于8L左右的石灰水（含石灰0.5kg）中浸泡24h；将用石灰水处理过的果肉装入蒸馏罐里，加入30L水并加热2h；冷却后，把提取液倒出来，其上面部分放在分离漏斗里，用氯仿连续萃取五次，得到的混合提取物立即用水洗涤，然后用无水硫酸钠干燥脱水，最后获得的剩余物即天然咖啡因。此种方法生产的咖啡因含量为0.3%～0.6%。

5. 酿制咖啡酒

用湿法加工出来的新鲜咖啡果肉，可以酿造出一种既有咖啡香味，又有酒香味的纯天然低度果酒。这种酒风味独特，营养丰富，含有17种氨基酸和多种维生素，此外，还含有对人体有益的微量元素，如锌、钙等。

（1）菌种的选择

为了保证咖啡酒有较好的风味和较高的酒度，在选择菌种时经过九个不同试样的测定，结果表明采用混合菌种A9的发酵效果最佳，能生产出味浓、口感好、酒液清亮透明（呈棕红色）的咖啡酒。不同菌种的发酵结果详见表7-1。

表 7-1　不同菌种的发酵结果

试样	接种后第一天咖啡醪			主发酵完成后咖啡醪			新酒液品评
	质量/g	含糖量/(%)	含酸量/(%)	质量/g	酒精含量/(%)	残糖量/(%)	
A1 单菌	398.8	24.3	0.61	361.8	9.6	7.0	咖啡味不太浓，酒味浓
A2 单菌	393.5	24.6	0.62	358.2	9.5	8.2	酒味不浓，香气不足
A3 单菌	395.7	24.5	0.62	355.6	10.9	5.5	酒味浓，有咖啡香味
A4 单菌	391.7	24.7	0.62	351.2	11.1	5.3	酒味浓，有咖啡香味
A5 单菌	393.4	24.6	0.62	355.3	10.2	6.7	酒味浓，咖啡香味不够
A6 单菌	389.0	24.9	0.63	371.5	4.2	17.8	酒味、香味均可
A7 混菌	380.5	25.4	0.64	343.7	10.2	7.6	甜香柔和，有黄酒香味
A8 双菌	391.1	24.7	0.62	355.9	9.4	8.3	香味不够，酒味浓
A9 四菌	392.5	24.7	0.62	353.9	10.5	6.4	酒味浓，有咖啡香味，口感好，酒液清亮透明，棕红色

（资料来源：利美莲，梁志海，潘晓畅，1989. 利用咖啡果皮酿酒初报 [J]. 热带作物学报，10（1）：119-122.）

（2）工艺流程（半固态发酵）

酿制咖啡酒工艺流程：鲜果→洗涤分选→脱皮→果肉→搅碎→装缸→灭菌→接种→加糖、酸水→主发酵→过滤→酒液后发酵→换缸→陈酿→调制→咖啡酒。

（3）操作说明

用清水洗净咖啡果肉，除去生果、干果、霉果、烂果，用打碎机打碎，并将果肉装入大缸或大罐，用100ppm的二氧化硫灭菌；加入适量糖和酸水，接入酵母菌进行主发酵8～15天；主发酵完成后，取出新酒液过滤并放入另一缸进行后发酵，时间一般为30天。通常，新酿造的咖啡酒，风味欠佳，须进行一年左右的陈酿和调制，才能改善酒的风味。

澄清咖啡酒时可将0.4～0.5mg/mL的壳聚糖加入咖啡酒里，能有效除去不稳定性成分（如果胶、酚类物质、可溶性蛋白质）及色素物质，有效地澄清咖啡酒，并提高咖啡酒的稳定性；使咖啡酒的透光率达99%以上；澄清速度快，絮凝能力强，在15h内，沉淀物基本沉于瓶底；经澄清后的咖啡酒在室温下存放半年，透光率基本不发生变化。壳聚糖的澄清能力优于鸡蛋清、蜂蜜、明胶、单宁、干酪素、皂土等澄清剂。

二、小粒种咖啡种壳的利用

咖啡种壳是一种天然的纤维素，其木质素含量高，可用作饲料、添加料、燃料，也可用于制造机制炭、生产糠醛，还可以作生物吸附剂、提取咖啡因等。

1. 用作反刍动物饲料

肯尼亚分别用含10%、20%和30%咖啡种壳的饲料喂牛，结果咖啡种壳含量在10%时，饲料的吸收、牛的增重和饲料的有效转化率均未受到影响，但是含量高于10%时，各



指标都有所下降。

2. 用作添加料

印度中央食品工艺研究所早期的研究表明，除脂肪和咖啡豆芳香素外，咖啡壳在许多方面与咖啡豆类似，咖啡壳像菊苣一样可掺合作改性咖啡料，价廉且易得。将咖啡壳适当焙烤，然后掺入30%于烘焙的咖啡粉中。

3. 用作燃料

咖啡种壳热值高，每千克含3.5kcal的高热能，可作为一种优质的燃料。

4. 用于制造机制炭、生产糠醛

在肯尼亚，咖啡壳在控制空气下炭化，得到的炭经凝结压模可制成炭砖。

用咖啡壳商业性生产糠醛也是可行的。有人提议，用稀硫酸和其他化学药品处理果壳可用作某些类型的霉菌培养基，特别是曲霉菌属和青霉菌属的培养基。

5. 利用未处理咖啡壳作为清除水溶液中重金属的生物吸附剂

科研人员对几种未经处理的生物废料进行最高吸附量的对比实验，发现咖啡壳非常适合作清除水溶液中重金属的生物吸附剂。作为吸附剂由接触时间、最初金属离子浓度、生物吸附剂浓度和溶液的pH组成函数研究生物吸附作用。在接触时间达到72h后，Cu^{2+}、Cd^{2+}、Zn^{2+}达到平衡。平衡后的吸附效率更高，Cu^{2+}、Cd^{2+}、Zn^{2+}的吸附效率分别达到89%～98%、65%～85%和48%～79%。即使由于Cr^{6+}的存在没有达到平衡，吸附效率仍处于79%～86%。当金属离子浓度降低时，吸附效率提高。在Cu^{2+}和Cr^{6+}存在而其他金属离子没有产生显著变化时，所吸附的金属离子数量随生物吸附剂浓度的提高而增加。试验证明，咖啡壳的生物吸附在初始pH为4～7时发挥作用，不同金属离子的最高吸附量发生于不同pH情况下。

6. 提取种壳的咖啡因

种壳咖啡因的提取方法与果肉咖啡因的提取方法相同。

7. 用作硬纤维板和碎料板原料

咖啡种壳、果肉和内果皮与动物胶混合可生产硬质纤维板和碎料板。

三、小粒种咖啡黏胶的利用

湿法加工咖啡鲜果时产生的黏液富含果胶，其含量为干物质重的29.72%。咖啡黏胶（图7-3）是医药、化妆品和食品工业中的最佳果胶原料。咖啡黏胶还可以生产酒精。

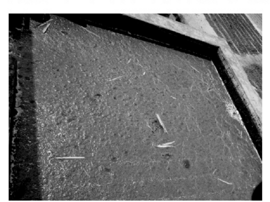


图7-3 贮于池中的小粒种咖啡黏胶

四、小粒种咖啡加工的废水利用

湿法加工咖啡鲜果时在脱皮、发酵和洗涤中产生大量的废水。废水潜在的污染性高，若直接排到天然水中会造成严重的污染。湿法加工咖啡鲜果，每加工 1t 咖啡鲜果用水 3～5t。由于废水具有高的生物耗氧量，只有经过厌氧池和通气池等生物处理才适用，而且这样处理的成本低。未利用的废水（图 7－4）经厌氧池处理，至少可减少起始生物耗氧量的 50％，可用来灌溉咖啡苗床，对种子催芽无不利影响。某工业研究所创造了一种方法，用这些废水作为培养微生物的生长基质，这些微生物可用作牲畜的蛋白质饲料。

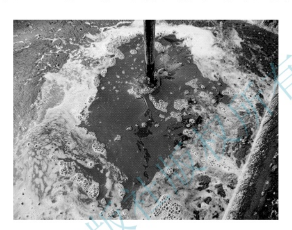


图 7－4　贮于池中的废水

第二节　咖啡渣的利用

速溶咖啡的消费量已占世界咖啡消费总量的 20％，速溶咖啡在制备过程中会产出大量的渣，约占咖啡干豆的 2/3，咖啡渣中含有许多有用成分，如油脂约 20％、蛋白质 10％、碳水化合物 58％等（干基）。咖啡渣可提取油脂，提取抗氧化物，制取 D－甘露糖，也可作为全混合日粮饲料。另外，咖啡渣还有一些特殊用途，如用作天然肥料等。

一、咖啡渣提取油脂

据报道，咖啡渣中含有较丰富的咖啡油，其含量在 14％以上。咖啡油是一种有价值的天然香料用油，经稀释可作为食品的赋香剂或增香剂，还可用于制造咖啡香型的香水等，其独特的性质使它具有较重要的应用价值，市场前景看好。

1. 咖啡油的提取

将新鲜的咖啡渣经烘箱干燥，粉碎过筛（40 目），装入经改制的脂肪抽提器中，再加入特定的脂肪提取剂，在水浴中加热抽提 6～8h，最后将提取液蒸馏回收溶剂，并经干燥，即得咖啡毛油。

2. 咖啡油的精炼

咖啡油的精炼分为两个步骤：一水化，即在咖啡毛油中加入水（为油脂的 25％～30％），采用中温水化，搅拌速度为 60～70r/min；二碱炼，即将水化后的咖啡油加热到 35～45℃，加入适量碱液（用量根据油的酸价而定），搅拌中徐徐升温到 65～75℃，分离出

油和皂脚，然后水洗、沉降、分离、干燥，即可得咖啡精油。

3. 咖啡油的组成

据陈祎平等的研究，咖啡油中含有 11 种脂肪酸（表 7－2），其中亚油酸（C_{182}）含量高达 34.79％，软脂酸（即棕榈酸）含量为 42.12％。

表 7－2　咖啡油脂肪酸组成及含量

脂肪酸名称	碳数及不饱和度	含量/(%)	脂肪酸名称	碳数及不饱和度	含量/(%)
月桂酸	C_{120}	0.21	十六烯酸	C_{161}	0.42
软脂酸	C_{160}	42.12	油酸	C_{181}	9.85
十七酸	C_{170}	0.18	亚油酸	C_{182}	34.79
硬脂酸	C_{180}	8.49	亚麻酸	C_{183}	1.04
花生酸	C_{200}	2.23	花生四烯酸	C_{204}	0.29
山嵛酸	C_{220}	0.22			

（资料来源：陈祎平，林昭华，梁振益，等，2005. 咖啡渣油脂的提取及其脂肪酸组成研究［J］. 食品科技（12）：84－86.）

由表 7－2 可知，咖啡油中含有 4 种主要脂肪酸，占脂肪酸总量的 95.25％，分别为软脂酸 42.12％、亚油酸 34.79％、油酸 9.85％、硬脂酸 8.49％。其中油脂富含必需脂肪酸——亚油酸；亚油酸可促进胆固醇和胆汁酸的排出，降低血中胆固醇含量。咖啡油与其他植物油不同的是，咖啡油中含有约 3％的长链饱和脂肪酸，如花生酸（C_{200}）和山嵛酸（C_{220}）。在其他含量小于 1％的 5 种脂肪酸中，比较特别的是十六烯酸（0.42％）、花生四烯酸（0.29％）。从脂肪酸总的组成来看，饱和脂肪酸含量 53.45％，不饱和脂肪酸 46.39％，两者含量接近等量分布，营养成分比较全面。

将咖啡油和常见植物油的组成进行比较（表 7－3）可知，咖啡油中的软脂酸含量与棕榈油相当，并且饱和脂肪酸与不和饱脂肪酸的比例和棕榈油相似，不同的是咖啡油中的不饱和脂肪酸以亚油酸为主，而棕榈油则以油酸为主，咖啡油中的不饱和脂肪酸的分布更接近于棉籽油。一般的植物油通常是以某一饱和脂肪酸或不饱和脂肪酸为主，如椰子油中含饱和脂肪酸 91％，其中月桂酸含量接近脂肪酸总量的一半（45％），大豆油中含不饱和脂肪酸 80％，亚油酸含量约为一半（51％）。而咖啡油中既有高含量的饱和脂肪酸（软脂酸），又有高含量的不饱和脂肪酸（亚油酸）。咖啡油所含亚油酸较丰富，含量远高于椰子油、棕榈油等，进一步比较来说，含量比亚麻油、大豆油、棉籽油低一些，与米糠油接近，但比花生油、菜籽油、橄榄油高。

表 7－3　咖啡油与常见植物油脂的组成含量比较

品种	软脂酸/(%)	硬脂酸/(%)	油酸/(%)	亚油酸/(%)
咖啡油	42.1	8.5	9.9	34.8
棕榈油	45.1	4.7	38.8	9.4
椰子油	8.4	2.5	6.5	1.5

续表

品种	软脂酸/(%)	硬脂酸/(%)	油酸/(%)	亚油酸/(%)
橄榄油	13.7	2.5	71.1	10.0
菜籽油	2.8	1.3	23.8	14.6
大豆油	11.0	4.0	23.4	53.2
棉籽油	24.7	2.3	17.6	53.3

注：椰子油另含月桂酸48.5%。

（资料来源：陈祎平，林昭华，梁振益，等，2005. 咖啡渣油脂的提取及其脂肪酸组成研究 [J]. 食品科技(12)：84-86.）

咖啡油的营养保健作用不仅在于它有较高含量的必需脂肪酸，而且含有其他的生物活性物质，如生育酚、谷甾醇、角鲨烯等。这些物质在医学上有特殊作用——调节免疫活性细胞、增强免疫功能、清除人体内自由基，这对于提高人体的抗病能力、延缓人体的衰老有重要作用。

4. 咖啡油的特性

陈祎平等对咖啡油的热稳定性、贮存稳定性、光稳定性等进行研究。用酸价反映油脂水解酸败情况，按GB 5009.229—2016标准中植物油脂酸价测定法测定，但是因咖啡油色泽较深而难予判断滴定终点，所以在测定时加入饱和氯化钠溶液，以食盐水溶液层的颜色变化来确定终点进行测定；过氧化值作为氧化变质指标，按GB/T 5009.227—2016标准中植物油脂过氧化值测定法测定；碘价用来表示油脂的不饱和程度，按GB/T 5532—2008标准中植物油脂碘价测定法测定；油脂达到一定过氧化值时所用的时间采用活性氧法，即将咖啡油保持在97.8℃±0.2℃条件下，不断通入恒定流速的空气，每间隔一定的时间取样，测定其过氧化值。

咖啡油与大豆油、花生油的热稳定性见表7-4。

表7-4　咖啡油与大豆油、花生油的热稳定性

品质种类	加热前			加热后		
	酸价/(mgKOH/油)	过氧化值/(meq/kg)	碘价	酸价/(mgKOH/油)	过氧化值/(meq/kg)	碘价
咖啡油	2.47	3.54	90.17	2.93	11.81	85.21
大豆油	1.18	6.37	128.47	1.34	34.35	124.52
花生油	1.37	7.06	102.25	3.03	24.95	98.49

（资料来源：陈祎平，黄广民，钟冬柳，2003. 咖啡油的提取及稳定性研究 [J]. 食品科学，24（12）：60-62.）

从表7-4可以看出，大豆油、花生油和咖啡油经加热后，其酸价和过氧化值都升高，碘价都降低，但相比之下，大豆油和花生油加热后过氧化值的变化较大，而咖啡油氧化的趋势相对较小，这可能与它本身含有较多的抗氧化物质（如绿原酸、鞣酸等）而具有较强的抗氧化性有关。从表7-4中也可以看出，高温加热会使油的品质变差。因为油脂经长时间加热，油脂自动氧化速度增大而产生的氢过氧化物及游离脂肪酸增多，使得过氧化值和酸价升高，油脂中的不饱和键被氧化，所以碘价降低。

陈祎平等研究咖啡毛油贮存稳定性时，测定 1997—2000 年期间提取并在室温阴凉条件下于带塞的无色玻璃瓶中贮存的咖啡毛油的酸价、过氧化值，并结合进行感官检验，其结果列于表 7-5。

表 7-5 不同贮存年份咖啡毛油的酸价、过氧化值及感官检验

贮存年份	原酸价/(mgKOH/油)	现酸价/(mgKOH/油)	现过氧化值/(meq/kg)	感官检验
1997	20.69	31.49	2.56	淡咖啡味
1998	24.13	32.21	2.90	咖啡味
1999	22.57	28.13	2.79	咖啡味
2000	17.72	17.72	1.64	浓咖啡味

注：咖啡毛油的酸价与当年的咖啡渣有关。

（资料来源：陈祎平，黄广民，钟冬柳，2003. 咖啡油的提取及稳定性研究 [J]. 食品科学，24 (12)：60-62.）

从表 7-5 可以看出，在室温阴凉条件下于带塞的无色玻璃瓶中贮存条件下，各个年份贮存的咖啡油的过氧化值和香味变化不明显，只是酸价变化相对大一些。这说明咖啡油含有较丰富的抗氧化成分而表现出具有较强的氧化稳定性。油脂的自动氧化是自由基链反应机理。油脂脂肪酸基团双键上的碳失去氢原子而形成自由基 R·，此自由基极不稳定，很容易与氧发生反应，生成过氧自由基 ROO·，后者具有链的传播作用，它从烯键上夺取一个氢，生成氢过氧化物 ROOH，随后分解生成短链的有机物（如醛、酮和酸等），使油脂酸败。咖啡油中的抗氧化成分 A—H 能与过氧自由基 ROO·反应，生成无链传递作用的 A·和 ROOH，从而起到抗氧化作用。

此外，温度、氧浓度、辐射能（光照）、接触表面积及某些金属往往会改变氧化的速率，因此贮存时应尽可能地注意这些因素。将咖啡油于室温放在阴凉地方、使用玻璃瓶而不用金属容器等，能起到一定的减缓氧化速度的作用。如果考虑咖啡油对光的敏感性，把装咖啡油的瓶子换成棕色瓶，或放在遮光的柜子里，那么贮存情况也许会更好一些。

贮存中咖啡油酸价变化的原因之一是脂类水解，通过油脂中的水分或酶的作用，使油脂的酯键水解，产生游离脂肪酸而引起水解酸败。但总的来说，咖啡油的贮存稳定性还是比较好的。

咖啡油的光稳定性方面，陈祎平等实验时，将装有咖啡毛油、咖啡精油的无色玻璃瓶于室温放置在窗边光亮的地方，但无阳光直射，间隔一定时间测定油的酸价、碘价、过氧化值，其结果见表 7-6。

表 7-6 咖啡油的光稳定性

放置时间/天	咖啡毛油			咖啡精油		
	酸价/(mgKOH/油)	碘价	过氧化值/(meq/kg)	酸价/(mgKOH/油)	碘价	过氧化值/(meq/kg)
0	17.72	88.06	1.64	2.47	90.17	3.54
10	23.12	82.32	1.87	2.66	86.03	10.59
20	19.94	76.98	10.47			
30	32.21	67.89	5.44			

（资料来源：陈祎平，黄广民，钟冬柳，2003. 咖啡油的提取及稳定性研究 [J]. 食品科学，24 (12)：60-62.）

从表 7-6 可以看出，在光亮处放置过程中，随着时间的延长，咖啡油的酸价、碘价和过氧化值变化相对较大，说明咖啡油的光稳定性较差。油脂在储藏期间，光照可以促进自动氧化，其机理为光敏剂吸收可见光或紫外光而成为激发态，然后将能量传递给氧分子，使三线态氧转变成单线态氧 $^{1}O_2$，此 $^{1}O_2$ 和脂质分子反应产生氢过氧化物 ROOH，后者降解就生成小分子的醛、酮和酸等。

在光照下放置 10 天后，比较而言，咖啡毛油的过氧化值变化不大，而咖啡精油的变化较大，这可能是在精炼过程中一些抗氧化剂损失，致使其抗氧化能力较弱。另外，咖啡毛油酸价的变化趋势较大，精油变化趋势相对较小，这可能是因为在精炼时，除去了一些杂质、金属等。

陈祎平等研究咖啡油的抗氧化稳定性时，将咖啡油、花生油、添加 0.03% 抗氧化剂 BHT 的花生油，同时进行活性氧试验，测定不同时间的过氧化值 POV，直至过氧化值达 20 为止，其结果见表 7-7。

表 7-7　几种油脂通氧加热过氧化值的变化

时间/min	0	20	40	60	80	100	120	280	320	360
咖啡油	1.64	3.81	7.30	9.11	7.82	4.98	4.72	6.89	4.12	2.56
花生油	7.06	7.38	9.98	11.19	13.66	13.30	13.87	18.63	23.99	26.29
花生油（加 BHT）	7.06	8.57	8.64	13.13	10.00	12.16	15.77	15.38	17.29	19.03

注：温度 97℃±0.2℃。

（资料来源：陈祎平，黄广民，钟冬柳，2003. 咖啡油的提取及稳定性研究 [J]. 食品科学，24（12）：60-62.）

从表 7-7 可以看出，在通氧加热时，花生油的过氧化值在 280min 左右达到 20，添加抗氧剂的花生油的过氧化值在 360min 左右到达测定终点，而咖啡油在 360min 时的过氧化值远没有达到 20，显然，咖啡油的抗氧化稳定性较强。既然 BHT 作为抗氧剂对花生油品质起到了一定的保护作用，那么咖啡油中肯定也存在比较多的抗氧化成分。咖啡油在贮存过程中所体现的良好抗氧化性，表明咖啡油有望作为一种新的抗氧剂。

由上得出，咖啡油的热稳定性、贮存稳定性及抗氧化稳定性都较好，但是光稳定性较差。

二、咖啡渣提取抗氧化物

油脂及富脂食品在储运过程中，易自动氧化而导致食品品质变劣。减缓酸败的有效方法之一是在食品中添加抗氧化剂，而常用的合成抗氧化剂 BHT 及 TBHQ 均因具有毒性而受到限制。因此，从药食两用植物中筛选高效、低毒、经济、抗氧化性强的天然抗氧化剂成为人们关注的焦点。据研究，咖啡中含有一定量的咖啡酸、绿原酸、多酚类等抗氧化物质，故具有进一步开发的价值。作为生产咖啡后的废料咖啡渣，其质量约占咖啡干豆质量的 2/3。陈炜平等在实验时采用碘量法研究咖啡渣提取物的抗氧化作用，因咖啡渣提取物属于天然物质，其抗氧化物质的安全性相对较高。随着研究的深入，咖啡的抗氧化成分的开发将逐渐受到重视，天然抗氧化剂会有更广阔的应用前景。

1. 咖啡渣提取物的制备

（1）预处理。将新鲜咖啡渣原料清洗干净，去除其他的杂质，然后放入恒温鼓风干燥箱中烘干，再将咖啡渣粉碎，经过 40 目筛子筛选后，装入干燥的瓶中备用。

（2）咖啡渣提取物的浸提。将备用的咖啡渣装入脂肪抽提器中，分别按照一定比例加入不同的溶剂，在水浴中加热抽提 6～8h，然后将提取液倒入旋转蒸发器中蒸馏浓缩，即得到咖啡渣提取物。

2. 咖啡渣提取物抗氧化活性的测定

分别称取一定量的咖啡渣提取物，按一定的质量分数添加于装有 100g 猪油的小烧杯中，并与空白样品、BHT 一起进行氧化活性的比较。

咖啡渣提取物充分溶解时需要加入一定量的乙醇或丙酮，必要时可稍加热，搅拌均匀，再放入 70℃的恒温烘箱中，做强氧化实验，每隔 24h 搅拌 2min，并交换其在烘箱中的位置，依据 GB/T 5009.227—2016 规定的方法定期测定过氧化值，并以此来衡量油脂的氧化强度，进而评价抗氧化剂的活性。过氧化值按下式计算。

$$POV=\frac{C(V_1-V_0)\times 1000}{m}\ (meq/kg)$$

式中 V_1——用于滴定样品的硫代硫酸钠标准溶液的体积（mL）；

V_0——用于空白的硫代硫酸钠标准溶液的体积（mL）；

C——硫代硫酸钠标定浓度（mol/L）；

m——试样的质量（g）。

3. 咖啡渣提取物的抗氧化特性

陈祎平等研究咖啡渣提取物的抗氧化效果时，在猪油中分别添加用量为 0.02%咖啡渣的乙醇提取物、丙酮提取物、石油醚提取物，研究比较它们在猪油中的抗氧化活性，结果见表 7 - 8。

表 7 - 8 不同溶剂提取物抗氧化效果比较

时间/天	过氧化值/(meq/kg)			
	空白	乙醇提取物	丙酮提取物	石油醚提取物
4	1.17	1.53	1.64	0.33
6	3.38	1.87	2.41	3.18
7	3.84	2.45	2.53	3.78
8	9.39	2.48	5.01	11.90
9	19.72	4.69	12.33	23.08
10	29.73	9.34	19.62	32.75
11	47.14	16.29	32.66	41.11
12	56.02	27.94		
POV 达 158 meq/kg 的时间/h	204	264	228	199

（资料来源：陈祎平，黄广民，罗田，2003. 咖啡渣提取物抗氧化作用的研究［J］. 中国粮油学报，18(4)：73 - 75，79.）

从表 7-8 可以看出，乙醇提取物和丙酮提取物对猪油有一定的抗氧化效果，并且乙醇提取物的抗氧性比丙酮提取物的强一些，石油醚提取物的加入不但未起到抗氧化的效果，反而起到了加速氧化的作用。陈祎平等对不同用量的乙醇提取物、丙酮提取物抗氧化活性的比较得出，咖啡渣提取物的抗氧化效果随提取物（乙醇、丙酮）用量的增加而增强，高含量提取物可较显著延缓猪油的酸败。

陈祎平等为了研究咖啡渣提取物的贮存抗氧化情况，采用不同贮存时间与方式的咖啡渣提取物对猪油的抗氧化活性进行研究，将在室温下贮存了一年、六年及在冰箱中贮存了六年的咖啡渣提取物，按 0.1%的量分别添加到猪油中，其抗氧化活性见表 7-9。

表 7-9　不同贮存时间与方式的咖啡渣提取物抗氧化活性

处理样品	过氧化值/(meq/kg)			
	2 天	4 天	6 天	8 天
空白	3.18	10.26	19.66	37.86
一年室温存提取物	2.96	3.55	5.19	8.15
六年室温存提取物	2.55	4.46	9.04	30.15
六年冰箱存提取物	3.27	4.31	7.48	20.99

（资料来源：陈祎平，黄广民，罗田，2003. 咖啡渣提取物抗氧化作用的研究 [J]. 中国粮油学报，18(4)：73-75，79.）

从表 7-9 可以看出，添加咖啡渣提取物的猪油过氧化值均比空白低，在第 6 天时空白样品的过氧化值即将达到 20meq/kg，而其他添加提取物样品过氧化值最高只有 9.04meq/kg，贮存了六年的提取物仍然具有抗氧化活性。

另外，陈祎平等对咖啡渣提取物与其他增效剂的协同效应进行研究，所选用的增效剂主要是 V_C、V_E 和柠檬酸，使它们与咖啡渣提取物复配，研究其协同效应，结果见表 7-10。

表 7-10　咖啡渣提取物与其他增效剂的协同效应

提取物在猪油中的含量/(%)	协同物质在猪油中的含量/(%)	过氧化值/(meq/kg)			
		2 天	4 天	6 天	8 天
0	0	3.18	10.26	19.66	32.58
0.05	0	1.82	4.11	7.09	14.29
0.05	V_C0.02	0.66	1.79	2.32	3.56
0.05	柠檬酸 0.02	3.31	4.69	6.35	12.23
0.05	V_E0.02	2.50	5.52	9.15	14.86
0.05	V_C、柠檬酸各 0.02	1.22	2.87	6.43	9.85
0.05	V_C、V_E各 0.02	2.27	2.93	5.12	10.26
0.05	V_E、柠檬酸各 0.02	1.97	3.37	6.37	11.36

（资料来源：陈祎平，黄广民，罗田，2003. 咖啡渣提取物抗氧化作用的研究 [J]. 中国粮油学报，18 (4)：73-75，79.）

从表 7-10 可以看出，V_C、柠檬酸与咖啡渣提取物均有协同作用，相对而言，V_C 的增效显著，其增效原理是柠檬酸可与猪油中的微量金属离子形成螯合物，降低了金属离子对过氧化物形成的催化活性，从而增加了抗氧化物的抗氧化效果；V_C 本身易被氧化，从而使其具有消除氧的能力。而 V_E 的加入却起着助氧化的作用，这可能是由于猪油中含有 Fe^{3+}，V_E 能使其还原成 Fe^{2+}，而 Fe^{2+} 是很强的自由基反应激活剂，从而导致助氧化作用。此外，从表 7-10 还可看出，虽然 V_E 与咖啡渣提取物无协同作用，但当 V_E 和提取物、V_C 或柠檬酸按 1∶2.5∶1 复合时，则具有一定的抗氧化作用。

由上述得出咖啡渣提取物的抗氧化特性，咖啡渣用乙酮和丙酮提取物均具有一定的抗氧化能力，而且抗氧化效果随着其用量的增加而加强，V_C 和柠檬酸对咖啡渣提取物具有一定的协同效应，而且 V_C 的增效较明显。

三、咖啡渣制取 D-甘露糖

据报道，咖啡渣中含有咖啡油、蛋白质、纤维素和多糖类等，而多糖类主要是甘露聚糖，甘露聚糖经酸或酶水解可得 D-甘露糖。

1. 原理（酸水解法）

甘露聚糖是由 D-甘露糖按不同糖苷键组成的链状多糖，各糖苷键不同，水解难易也存在差异，选择不同的酸和不同的工艺条件水解，可得到低聚甘露糖，进一步水解可转化为单糖——D-甘露糖。

2. 工艺流程

咖啡渣水解制取 D-甘露糖工艺流程：咖啡渣→粉碎→过筛→酸水解→中和→过滤去渣→脱色→真空蒸发→结晶→离心分蜜→干燥→成品。

3. 操作方法

（1）将新鲜咖啡渣风干、晒干或烘干，使其含水量不超过 12%，并投入粉碎机粉碎，过筛得到颗粒均匀的咖啡渣粉末。

（2）分别称取一定量的咖啡渣粉末，投入搪瓷反应釜，加入一定量热的稀硫酸溶液，徐徐升温使反应釜内的料温达到相应的水解温度，水解一定时间。利用釜中压力，将物料输入中和罐，用氢氧化钠溶液调整糖液酸度至微酸性，过滤去渣，经脱色后输入蒸发罐。

（3）糖液在蒸发罐中低温真空蒸发浓缩至过饱和状态，输入结晶罐结晶，经离心机分蜜得粗糖，再经重结晶，加热干燥后得到精甘露糖。

4. 甘露糖产率的计算

$$\text{甘露糖产率} = 0.9 \times \frac{\text{水解液中甘露糖的含量}}{\text{咖啡渣质量}} \times 100\%$$

5. D-甘露糖的主要质量指标

D-甘露糖经直接滴定法测定糖，GT-3 法测定砷、GT-16 法测定重金属、GT-18 法测定重金属铅、GT-19 法测定干燥失重等，所得的各项指标见表 7-11。

表 7-11　D-甘露糖的主要质量指标

项　　目	指　　标	项　　目	指　　标
D-甘露糖（以干基计）	≥99.6%	干燥失重	≤1.7%
砷（以 AS 计）	≤2.8ppm	灰分	≤0.25%
重金属（以 Pb 计）	≤10ppm	SO_2	≤0.002%
氯化物	≤0.014%	比旋光度 [a]$^{25}_{D}$	≤+14.0～+15.0

（表中数据来源：黄广民，陈伟平，2002. 酸水解法从咖啡渣中制取 D-甘露糖工艺研究 [J]. 广西轻工业(1)：19-21.）

6. 影响 D-甘露糖生产率的因素

据黄广民等人研究，酸浓度、水解时间、温度、咖啡渣的粒度、磷酸和盐酸等对 D-甘露糖的产率都有影响。

(1) 酸浓度。酸浓度小于 2.5mol/L 时，随着酸浓度增大，咖啡渣中 D-甘露糖的产率逐渐提高，酸浓度在 2.5～3.5mol/L 时，D-甘露糖的产率逐渐趋于稳定的数值（29.9%），故咖啡渣最佳水解酸浓度为 2.5～3.5mol/L。

(2) 水解时间。水解时间不超过 80min 时，水解液中糖的产率随着时间的延长而逐渐提高；水解时间大于 100min 时，水解液中糖的产率几乎保持不变，因此水解的最佳时间为 80～120min。

(3) 温度。随着温度的升高，水解液中 D-甘露糖的产率迅速提高，但温度太高，势必造成咖啡渣中纤维素及其他成分水解，给 D-甘露糖的提纯带来困难。另外，温度太高，对设备要求也高，投资会增大，综合各方面因素，水解温度在 100～130℃ 为宜。

(4) 咖啡渣的粒度。咖啡渣粒度越细，D-甘露糖的产率越高，而当粒度大于 80 目时，粒度的大小对 D-甘露糖的产率影响不大。

(5) 磷酸和盐酸。磷酸作催化剂，水解咖啡渣，水解液中 D-甘露糖产率在 21.0%～24.0%；盐酸作催化剂，水解液中 D-甘露糖产率在 26.0%～29.0%，与硫酸作催化剂相当接近，但盐酸挥发性大，对设备腐蚀严重，也不利于安全生产和环境保护，综合考虑各方面因素，还是选用硫酸为宜。

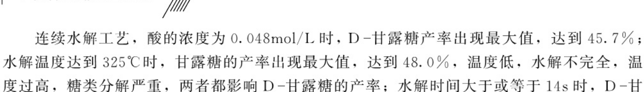
采用硫酸水解咖啡渣提取 D-甘露糖最佳的工艺条件是，咖啡渣的粒度不超过 80 目，硫酸的浓度为 1.5～3.0mol/L，水解温度为 100～130℃，水解时间为 80～120min，水解液中 D-甘露糖的产率可达 28%～30%，经脱色、蒸发浓缩、结晶分离、干燥等一系列工艺过程，可得到 D-甘露糖精品。

7. D-甘露糖制取

从咖啡渣中生产 D-甘露糖可采用连续水解工艺和间歇水解工艺，两者在生产方面有所差异。

(1) 连续水解工艺

称取一定量的咖啡渣粉末放入混合罐，加入一定浓度的稀硫酸，搅拌均匀成浆状，调节管式反应器至相应的水解温度，起动高压耐酸泵将浆料泵入反应器高温水解，水解液输入中和罐并中和至近中性，全部操作均连续进行。中和糖浆过滤去渣、吸附脱色，便得澄清的 D-甘露糖浆，经浓缩、结晶、干燥后便得成品。



连续水解工艺，酸的浓度为0.048mol/L时，D-甘露糖产率出现最大值，达到45.7%；水解温度达到325℃时，甘露糖的产率出现最大值，达到48.0%，温度低，水解不完全，温度过高，糖类分解严重，两者都影响D-甘露糖的产率；水解时间大于或等于14s时，D-甘露糖的产率变化不大，水解时间短，D-甘露糖产率高，糖浆色泽浅，品质佳。

连续水解法的工艺特点：设备投资小，能量及酸、碱单耗小，水解时间短，糖浆色泽浅，易分离提纯，生产成本低，效益高。连续水解工艺中，酸浓度不超过0.048mol/L，水解温度300～350℃，咖啡渣粒度不超过80目，水解时间大于或等于14s时，D-甘露糖的产率最高。

（2）间歇水解工艺

称取一定量的咖啡渣粉末投入搪瓷反应釜，再按一定的比例泵入稀硫酸，打开蒸汽阀，调节釜内料温至相应的水解温度，水解咖啡渣一定时间，再利用釜中压力，将物料输入中和罐，用氢氧化钠中和至近中性，再重新投料进行下一次水解。

间歇水解工艺中，随着酸浓度的增大，D-甘露糖产率逐渐提高；随着水解温度的升高，D-甘露糖的产率逐渐提高，但与连续水解工艺相比，D-甘露糖的产率总是很低；咖啡渣粒度越细，越有利于水解，但粒度大于80目后，粒度的大小对D-甘露糖的产率影响不大，相同粒度下，间歇水解工艺中D-甘露糖的产率总是比连续水解工艺低；随着水解时间的延长，D-甘露糖的产率逐渐提高，但水解时间过长，糖分解严重，产率反而降低，糖浆色泽深、品质差。

间歇水解法的工艺特点：设备投资大，能量及酸、碱单耗大，水解时间长，设备腐蚀严重，不利于安全生产和环境保护，糖浆中含盐量大，给D-甘露糖的分离提纯带来很大的麻烦，生产成本较高，糖的产率较低。

四、咖啡渣发酵作全混合日粮饲料

饮料工厂排出的鲜咖啡渣含水量高，容易变质，必须及时处理；干咖啡渣虽然比较容易利用，但是干燥过程中耗能费用很高，因此，适宜将鲜咖啡渣制成发酵饲料或与其他饲料混合制成全混合日粮饲料。调制的发酵全混合日粮饲料具有全混合日粮饲料本身的优点，同时经过发酵还可以改变副产物的气味，提高家畜的适口性。

全混合日粮饲料中配合饲料、猫尾草、紫花苜蓿干草、甜菜颗粒粕和矿物质维生素补充料以干物质计，按36.5∶30∶20∶12∶1.5的比例配合，并用少于10%的咖啡渣代替猫尾草、紫花苜蓿干草，全混合日粮的水分调至55%，添加Chikuso-1乳酸菌，添加量为5mg/kg鲜重，每克约含有1.0×10^5个乳酸菌，在聚乙烯发酵袋中进行发酵，发酵饲料在室外5～32℃贮藏225天后开封。

羊吃了该饲料后，消化正常。

五、咖啡渣的特殊用途

在日常生活当中，很多白领喜欢很风情的咖啡，而且越来越多的人喜欢自己在家泡制一杯浓郁芳香的咖啡，而咖啡渣就不可避免地作为垃圾处理掉了。下面介绍几种咖啡渣的特殊用途，让废物得以有效利用。

（1）锅用久了多少都有油味，把湿的咖啡渣放在锅中炒到干，可以去掉锅中的异味。

（2）把咖啡渣晒干，装入丝袜中，用来打磨地板，可达到打蜡的效果，地板变得光亮。

（3）咖啡渣晒干，放容器中再放入鞋柜，可消除鞋柜的异味。也可将咖啡渣用一个美观的容器盛放并置于厕所中，起到除臭辟味的效果。

（4）咖啡渣是很好的天然肥料，不用晒干倒在盆栽植物的栽培土上方，有助于花草生长。

（5）对于喜欢种菜的人来说，防虫一向是让人头痛的事情。将咖啡渣铺在泥土上，便可防虫。但要注意，不要铺在根部。

（6）将晒干的咖啡渣用厚纸巾包好后，放在冰箱内，可以消除让人感到不快的味道。

（7）将晒干的咖啡渣铺在烟灰缸中，特别是汽车内的烟灰缸中，咖啡的香味可以掩盖烟的特殊气味，也更容易熄灭烟蒂。

（8）咖啡渣里有适当的油分，将晒干后的咖啡渣用布包起来做针包，可以使针不易生锈，而且缝衣服更顺手。

第三节　咖啡的另类利用

1. 利用劣质咖啡生产生物柴油

科研人员已研究出从劣质咖啡豆提炼油生产生物柴油的方法，并对其可行性进行了初步评价。来自大豆精炼油（作为参照）及优质咖啡豆和劣质咖啡豆提炼油中的甘油三酯可以直接进行酯交换反应，考察了所使用的醇类和反应时间等反应参数，所使用的碱性催化剂是甲醇钠。在大豆和优质咖啡豆提炼油进行酯交换反应后加入甲醇可达到最佳分离效果，而对于需要进一步加工以获得纯净烷基酯的劣质咖啡豆提炼油的酯交换反应后的分离状态还未进行观测。然而，由于优质咖啡豆和劣质咖啡豆提炼油均能成功地转化为脂肪酸甲基酯和脂肪酸乙基酯，表明咖啡提炼油可以作为生产生物柴油的潜在原料。

2. 从未磨碎的咖啡豆中提取单宁和制造含单宁的抗氧剂和脱臭剂

用水或不超过60%（质量）乙醇溶液从未磨碎的咖啡原料中提取单宁。用此法制得的单宁提取物来制造抗氧剂或脱臭剂的方法属专利权范围。这种抗氧剂用于保持食品（如海味）的新鲜，防止果实、饮料等变色和作为化妆品的添加剂是有用的。脱臭剂适用于织物。未磨碎的咖啡豆（100g），用500g 50%乙醇溶液，于70～75℃下搅拌处理3h得到的提取物，含单宁3.6%（质量），磨碎的咖啡豆含单宁3.2%（质量）。

3. 用咖啡粉作画

可以用咖啡粉在水彩纸上作画，如图7－5所示。



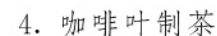
【对应彩图】





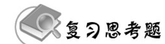
图7－5　咖啡粉画（马力作）





4. 咖啡叶制茶

日本用咖啡叶子制作咖啡茶，制作方法与日本茶完全一样。咖啡茶的特点是清淡爽口，没有怪味。每 100g 咖啡叶子含钾 690mg，含钙 20mg，可以作为健康茶饮用。



复习思考题

1. 如何利用小粒种咖啡果肉？
2. 如何利用小粒种咖啡种壳？
3. 如何利用小粒种咖啡黏胶？
4. 如何利用小粒种咖啡加工中产生的废水？
5. 由咖啡渣中提取的咖啡油有哪些化合物？
6. 咖啡油有哪些稳定特性？
7. 咖啡渣提取物的抗氧化活性受到哪些因素的影响？
8. 咖啡渣制取 D-甘露糖是怎样操作的？
9. 影响咖啡渣制取 D-甘露糖产率的因素有哪些？
10. 谈谈咖啡渣发酵作全混合日粮饲料是否有发展前途？
11. 简述咖啡渣的一些特殊用途。

【实验实训】

实验实训一 小粒种咖啡果肉糖制（蜜饯）系统制作

一、实验目的

（1）理解蜜饯糖制原理。

（2）掌握小粒种咖啡果肉蜜饯系统制作的工艺流程。

（3）掌握小粒种咖啡果肉蜜饯系统制作的操作要点。

（4）理解小粒种咖啡果肉蜜饯系统制作操作对小粒种咖啡果肉蜜饯品质的影响。

二、实验原理

小粒种咖啡果肉蜜饯的加工主要是利用食糖的保藏作用来实现的。食糖本身对微生物无毒，低浓度的糖液是微生物的营养基质，能促进微生物生长发育，高浓度的糖液对微生物有不同程度的抑制作用，而且高浓度的糖液具有强大的渗透压，使微生物细胞脱水收缩，发生生理干燥而无法活动。当糖液浓度超过 50% 时，制品具有脱水作用而抑制微生物活动。高浓度的糖液能降低制品的水分活性且具有抗氧化作用。小粒种咖啡果肉在糖液中浸渍或煮制，含糖量逐渐增加，避免了小粒种咖啡果肉蜜饯因脱水过多收缩的缺陷，而且制品较鲜亮饱满，能长期保藏。

三、仪器用具、试材

仪器用具：不锈钢锅、托盘天平（感量为 0.001g）、不锈钢刀、电炉、不锈钢盆、汤匙、案板、烘箱、瓷盘、漏勺、500mL 量筒。

试材：小粒种咖啡果肉、白砂糖。

四、实验操作流程及方法

（一）实验操作流程

小粒种咖啡果肉蜜饯实验操作流程：原料选择→清洗→切分→漂洗→热烫→糖制→干燥。

（二）实验操作方法

（1）原料选择。选用新鲜的小粒种咖啡果肉，把霉烂、变色的小粒种咖啡果肉剔除。

（2）清洗。将小粒种咖啡果肉放入清水中洗净，取出过滤。

（3）切分、漂洗、热烫。将经过切分、漂洗的小粒种咖啡果肉放入沸水中热烫3～4min，小粒种咖啡果肉不软化，有淡淡的香气飘出，取出滤去水分。

（4）糖制。在滤去水分但还有50～60℃的小粒种咖啡果肉上撒上30%的白砂糖，并拌匀放置1～2h。将浸出的液体倒入锅中煮3～4min，加入10%的白砂糖和少量的温水，使小粒种咖啡果肉与糖液成1∶1的比例，倒入小粒种咖啡果肉煮2min；加入10%的白砂糖，再煮3min；静置一天，捞出小粒种咖啡果肉，加入10%的白砂糖，煮沸，倒入小粒种咖啡果肉再煮2min，呈透明状，取出小粒种咖啡果肉滤干糖液。

（5）干燥。将沥干糖液的小粒种咖啡果肉均匀摊放在烘盘上，放好后将烘盘放入初温为60℃左右的烘箱中，然后加热，在1h内升温至80℃左右，每隔10min用鼓风机吹1～2min，温度保持恒定，2～3h后降温至70℃左右，1h用鼓风机吹1min，2h后基本干燥至含水量在20%左右；将烘盘拿出立即收取果肉。

五、实验记录及结果

将实验数值记录于表7－12中，对成品进行感官检验后记录于表7－13中，根据实验数值得出结果。

表7－12　实验记录及计算

小粒种咖啡果肉重/g	第一次用糖量/g	第二次用糖量/g	第三次用糖量/g	第四次用糖量/g	成品重/g	成品得率/（%）

表7－13　成品感官检验记录

组别	色泽	组织外形	香气	气味	滋味	回味

结果：

六、问题思考

（1）干燥速度与品质有什么关系？

（2）糖制时要注意哪些问题？

（3）热烫时间对品质有什么影响？

实验实训二　参观小粒种咖啡副产品处理

一、实训目标

（1）了解小粒种咖啡的果皮、黏液、种壳的产生过程。



(2) 了解小粒种咖啡的果皮、黏液、种壳所含的主要化合物。

(3) 掌握小粒种咖啡的果皮、黏液、种壳的利用价值及目前国内的用途。

二、材料用具

笔记本、笔。

三、学习指导

1. 调查提纲的拟订方面

(1) 小粒种咖啡果皮的主要成分。

(2) 小粒种咖啡黏液的主要成分。

(3) 小粒种咖啡种壳的主要成分。

(4) 小粒种咖啡果皮的利用。

(5) 小粒种咖啡黏液的利用。

(6) 小粒种咖啡种壳的利用。

2. 实训要求

(1) 遵守参观单位的规章制度和参观要求，按照调查提纲尽量多地完成调查内容。

(2) 遵守交通安全和生产安全。

(3) 做好笔记，积极询问，认真思考，补充资料，完善报告。

(4) 对调查报告的内容、格式、字数、交报告的时间提出要求。

四、实践训练

1. 模仿创新

按照老师的指导，编写调查提纲。调查提纲可以采取问题式提纲或表格式提纲。例如

(1) 小粒种咖啡果皮主要含有哪些成分?

(2) 小粒种咖啡黏液主要含有哪些成分?

(3) 小粒种咖啡种壳主要含有哪些成分?

(4) 加工厂对产生的小粒种咖啡果皮主要用作什么?

(5) 加工厂对产生的小粒种咖啡黏液主要用作什么?

(6) 加工厂对产生的小粒种咖啡种壳主要用作什么?

……

最后将调查的内容整理成调查报告，分析加工厂对产生的小粒种咖啡果皮、黏液和种壳的处理存在的问题，提出改进建议。

2. 讨论评价

老师认真阅读每个学生的调查报告，并提出修改建议；根据学生在参观过程中的表现，提示学生抓住重点问题询问；老师对学生在实训过程中的表现和调查报告质量进行小结，鼓励表现好的同学；安排1～2h的参观实训交流活动，师生共同总结实训的收获体会。

五、问题思考

(1) 本次实训你最大的收获是什么? 不足的方面有哪些? 如何改进?

(2) 小粒种咖啡加工中果皮的处理对水有什么污染吗?

(3) 小粒种咖啡加工中黏液的处理对水有什么污染吗?

第八章　小粒种咖啡加工厂的布局规划和管理

学习目标

1. 掌握小粒种咖啡加工厂的选择基本要求。
2. 熟悉小粒种咖啡加工厂布局基本原则。
3. 理解小粒种咖啡初加工厂（湿法加工工厂）布局规模参数。
4. 熟悉小粒种咖啡加工厂总平面布局规划。
5. 掌握小粒种咖啡加工厂总平面布置的注意事项。
6. 了解小粒种咖啡初加工厂人员的编制。
7. 理解小粒种咖啡加工厂投资概算和预算的编制。
8. 了解小粒种咖啡加工厂试运行、整改和日常管理流程。
9. 了解小粒种咖啡加工厂建厂方案分析。

在咖啡的整个生产过程中，应提前做好小粒种咖啡初加工厂的布局规划，适时、有计划地安排小粒种咖啡初加工厂的建设，以满足小粒种咖啡初加工。小粒种咖啡初加工厂布局规划是小粒种咖啡初加工厂生产过程组织的一项先行工作，布局合理与否，很大程度上决定了生产效率的高低。布局规划工作实质上是管理水平和技术水平的联合反映。布局规划工作的要求简单说来是材料进厂直至成品出厂的生产过程中，人员、材料、机器、设备能安排在最适宜的位置上，使生产能以最短的流程、最少的操作、最快的周期、最低的成本得以实现。

第一节　小粒种咖啡加工厂布局规划

根据小粒种咖啡初加工工艺流程，可以按照实际情况把小粒种咖啡初加工厂布局规划归纳为以下几种情况。

（1）咖啡鲜果采收、脱皮、脱胶、干燥、脱壳、分级、色选、包装、入库等工艺均在一条流水线上完成。此布局适宜咖啡基地集中、生产规模不大的企业；管理容易，产品质量易控制。

（2）咖啡鲜果采收、脱皮、脱胶、干燥等工艺布局规划在种植区，脱壳、分级、色选、包装、入库等工艺另设点布局规划。此布局适宜咖啡基地相对分散、生产规模大的小粒种咖啡加工厂；管理难度大，产品质量不易控制。

（3）咖啡鲜果采收、脱皮、脱胶等工艺布局规划在种植区，干燥工艺独立布局规划，脱壳、分级、色选、包装、入库等工艺另设点布局规划。此布局适宜咖啡基地十分分散的企业，生产规模小；产品质量难控制。

以上几种布局规划必须根据企业种植基地的实际情况和生产规模慎重选择。

一、厂址选择

小粒种咖啡加工厂的布局规划就是要按照小粒种咖啡加工工艺的要求，因地制宜，将各生产车间、辅助车间、办公楼、生活区做适当的布置，使各种建筑物组成一个完善的、互相密切配合的整体；另外，还要留出工厂扩建用地和适当的绿化用地，使整个小粒种咖啡加工厂区布置经济、适用、美观，从而达到精益布局规划，使作业流程中的浪费最小化，物流速度最快、物流距离最短，在制品最少，面积使用率最大，提高作业效率，同时增强现场的目视沟通。结合小粒种咖啡加工工艺，为提升小粒种咖啡加工技术及经济效益，小粒种咖啡加工厂的选择要符合以下的基本要求。

（1）小粒种咖啡加工厂应选择周边环境无污染、无放射的地方。

（2）小粒种咖啡加工厂建设点要选择咖啡种植面积相对集中、交通相对方便的地点。

（3）针对不同规模的厂址选择，应根据工艺要求的不同，小粒种咖啡初加工厂应选择高差相对合理的场地，同时各高差之间留有一定的空地布置绿化，小粒种咖啡精制加工厂最好选择平整的场地，周边留有绿化带，打造花园式的加工厂。小粒种咖啡初加工厂选择高差相对合理的场地，不仅能减少设备的投入，更能降低物料运输对能源的消耗及人工的劳动强度，节约加工厂的运行成本。例如，小粒种咖啡初加工厂在地形允许的情况下，一般进入厂区运送咖啡鲜果的道路应与鲜果池处于同一平面，下一平面高差应大于 2m，方便布置虹吸池、脱皮机、脱胶机，再下一平面的高差大于 3m，方便布置咖啡豆浸泡池。生活区及办公区位置可根据地理位置进行选择。而小粒种咖啡精制加工厂选择平整的场地，可减少设备安装时的平整费用，降低物料运输对能源的消耗及人工的劳动强度，节约加工厂的运行成本。

（4）小粒种咖啡初加工厂或者精制加工厂应满足的占地面积要求。例如，按年加工 15000t 咖啡鲜果规模，参照咖啡湿法加工工厂布局规模参数，采用晒场，按高峰期日加工 150t 咖啡鲜果需配 $300m\times150m=45000m^2=4.5\times10^4m^2$ 的晒场，需要脱皮、脱胶、机械热风辅助干燥等加工车间占地面积约为 $1.5\times10^3m^2$，办公区、生活区占地约 $1\times10^3m^2$，果皮收集发酵池占地 $5.1\times10^3m^2$，废水处理池占地 $(5\times30)m^2$，仓库占地 $1.3\times10^3m^2$，共需土地面积约 $5.4\times10^4m^2$（包括扩建用地和绿化用地）。

（5）小粒种咖啡初加工厂或者精制加工厂附近必须有干净的水源和可接的三相电源。例如，年加工鲜果 1500t 的初加工厂，需要水流量不小于 $5m^3/h$，使用电源为三相 380V 电源，总装机容量约 10kW。小粒种咖啡精制加工厂，如年加工带壳咖啡豆 2000t，使用电源为三相 380V 电源，总装机容量约 210kW。

（6）小粒种咖啡加工厂选址时要考虑废水处理方便，有足够的咖啡皮堆放发酵场地，按每千亩咖啡园至少配 $1500m^2$ 的堆放场地，并附有相应的废水处理池。

二、总平面布局规划的内容和工作步骤

总平面布局规划主要是在厂址地形图上，标示出所有房屋、构筑物、道路、河流、

地面上和埋在地面下的各种管道相互间的关系及具体位置，以及与地形高低相适应的设计。

（一）工厂布局基本原则

1. 统一原则

在布局设计与改善时，必须将各工序的人、机、料、法四要素有机结合起来并保持充分的平衡。因为，四要素一旦没有统一协调好，各工序之间容易割裂，会延长停滞时间，增加物料搬运的次数。

2. 最短距离原则

在布局设计与改善时，必须遵循移动距离、移动时间最小化（前提是保障合理的各工序的空间），因为移动距离越短，物料搬运所花费的费用和时间就越少。

3. 人流、物流畅通原则

在进行布局、设计与改善时，必须使物流畅通无阻。在布局、设计时应注意，尽量避免倒流和交叉现象，否则会导致一系列意想不到的后果，如品质问题、管理难度问题、生产效率问题、安全问题等。

4. 充分利用立体空间原则

随着地价的不断攀升，企业厂房投资成本也不断上涨，因此，如何充分利用立体空间就变得尤其重要，它直接影响产品成本的高低。

5. 安全满意原则

在进行布局、设计与改善时，必须确保各工序人员的操作既安全又轻松，因为只有这样才能减轻各工序人员的疲劳度。切记材料过度移动、旋转动作等可能会导致安全事故，每次抬升、卸下货物等也可能会导致安全事故。

6. 灵活机动原则

在进行布局、设计与改善时，应尽可能做到适应变化、随机应变，如面对工序的增减、产能的增减能灵活对应。为了能满足灵活机动要求，在设计时需要将水、电、气集中统一布局，采用自上而下的接入方式，最大限度地保障现场整洁，并保障未来现场变化的灵活性。设备尽量不固定基础而采用方便移动的装置。

7. 经济产量及生产线平衡原则

未达到一定的经济产量，布置一条流水线将造成资金浪费，因此各工序要平衡，按工时和节拍定员分工，达到连续流水作业。

8. 舒适原则

照明、通风、气温应适度，噪声、热气、制造粉尘、振动应隔离。

9. 空间优化原则

库存空间最小化，最大限度地减少原材料和成品空间。最大限度地加快作业周转，快速连续移动，制程中仅存放合理数量的在制品。

（二）小粒种咖啡初加工厂（湿法加工工厂）布局规模参数

1. 咖啡材料质量与体积的关系

咖啡材料质量与体积的关系见表 8-1。

表 8-1　咖啡材料质量与体积的关系

质　　量	体　　积
1t 熟（红）果	1.62m³
1t 脱皮豆	1.56m³
1t 浸泡豆	1.49m³
1t 带壳豆	3.73m³
1t 商品豆	1.55m³
1t 咖啡豆皮	2.00m³
1 个国标麻袋	1m³

注：1 个国标麻袋等于 43kg 带壳豆或 60kg 商品豆。

2. 小粒种咖啡初加工厂（湿法加工工厂）布局参数数据的关系

每日采果量的平均值＝采果总数÷采果天数

每日采果量的高峰值＝每日采果量的平均值×3

加工厂一级豆和二级豆百分比分别为 80%及 20%。

3. 所需工厂的面积（采果高峰期每吨鲜果所需面积）

（1）发酵池总面积（墙高 1.5m，咖啡池深 1m）＝0.70m²。

其中，1 级(0.70×80%)m²＝0.56m²；2 级(0.70×20%)m²＝0.14m²。

（2）蓄水量：约 6m³。

（3）一般湿豆晾晒厚度不超过 10cm，这里按晾晒厚度为 8cm 计，正常天气平均 15 天完成干燥，确定需要面积（20×15）m²＝300m²。

实际生产中，不同地区，不同海拔高度的晾晒厚度和所需天数是不相同的，因此所需的晒场面积需要按实际情况确定。

（4）每天带壳豆的储存面积为 4.5 袋或 0.64m³，每天咖啡皮的体积为 1.00m³。

咖啡种植面积及估产量与工厂配置关系见表 8-2。

表 8-2　咖啡种植面积及估产量与工厂配置关系

项　　目	基地面积/亩				备　　注
	1500	1000	500	100	
亩产咖啡豆/kg	100	100	100	100	
鲜果总产量/t	900	600	300	60	
带壳豆总产量/t	180	120	60	12	
咖啡豆总产量/t	150	100	50	10	含水量 11%
需包装麻袋/只	3600	2400	1200	240	每袋 50kg 带壳豆
仓库设计面积/m³	514	342	171	34	每立方米 7 袋
日平均鲜果收获量/t	11～13	5～7	3～5	0.8	采收日为 70～80 天
日最大鲜果收获量/t	42	28	14	2.8	日平均收获量的 3.5 倍

续表

项　　目	基地面积/亩				备　　注
	1500	1000	500	100	
日平均用水量/m^3	250	160	80	16	包括洗豆水
脱皮机加工量/(t/h)	7	4.7	2.4	0.5	每天加工按 6h 计
日浸泡池容积/m^3	29	20	10	2	高峰期 2～4 个浸泡池
需晒场总面积/m^2	12150	8100	4050	810	按正常 15 天晒干

（三）小粒种咖啡加工厂总平面布局规划

小粒种咖啡初加工厂总平面布局规划如图 8－1 所示，初加工厂剖面图如图 8－2 所示，精制加工厂总平面布局规划如图 8－3 所示，精深加工厂总平面布局规划如图 8－4 所示。速溶咖啡加工厂总平面布局规划如图 8－5 所示。工厂总平面布局规划工作的范围包括复核和确定厂址、总平面布置、道路、综合管线布置和绿化设计等。

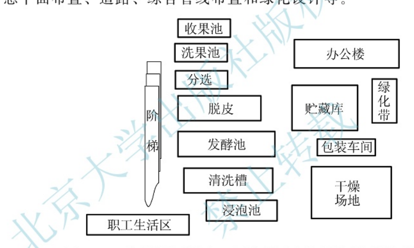


图 8－1　小粒种咖啡初加工厂总平面布局规划（仅供参考）

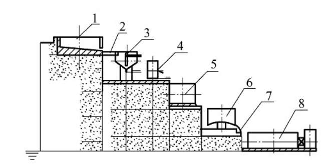


图 8－2　小粒种咖啡初加工厂剖面图

1—鲜果收集池；2—除石器；3—虹吸池；4—脱皮脱胶设备；5—浸泡池；6—清洗装置；7—循环泵；8—机械热风干燥

咖啡加工厂总平面布局的步骤一般如下。

1. 复核和确定厂址

设计小组在进行平面布局前应会同建设单位的有关人员，对建厂计划任务书提供的厂址做一次现场考察和复核，并最后予以确定。若在复核过程中发现问题，应立即上报有关主管

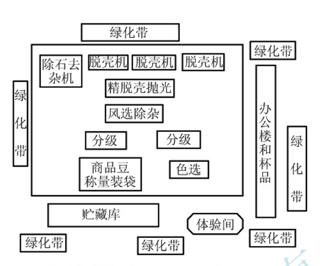


图 8－3　小粒种咖啡精制加工厂总平面布局规划（仅供参考）

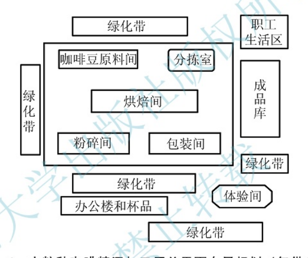


图 8－4　小粒种咖啡精深加工厂总平面布局规划（仅供参考）

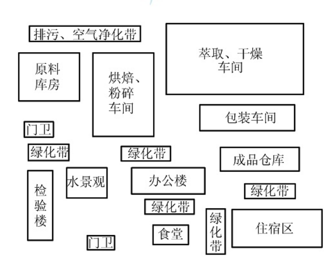


图 8－5　速溶咖啡加工厂总平面布局规划（仅供参考）

部门，要求重新选择厂址。

2. 根据厂址地形条件设计加工厂布局

由工艺设计人员按照生产工艺流程的要求，在厂址地形图上做出 2～3 个平面布置的初

步方案，提交有关供水、供电、土建等专业设计人员的会商结果，取得比较一致的意见后，再整理成 1～2 个方案，广泛征求建设单位施工人员和管理人员的意见，然后根据收集的意见加以补充修订，形成一个较好的方案。

小粒种咖啡鲜果初加工是指鲜果脱皮、脱胶、干燥、仓储，加工厂可设在种植点或邻近种植点，以降低脱皮的生产成本。小粒种咖啡精制加工是指带壳豆脱壳、色选、仓储、销售，加工厂大多设在城郊，方便运输销售。

小粒种咖啡鲜果初加工一般根据水的自流重力作用，采用垂直设计的原理，这样可减少工作的劳动强度。小粒种咖啡精制加工形式是多样的，有的采用带壳豆脱壳机→人工分选色豆→销售，有的采用带壳豆脱壳机→分选机→色选机分选色豆→销售，应根据采用的设备，选用不同的设计，但设计的原则都是让各设备的排放要流畅、紧凑、简洁，减少带壳豆在设备间的运行时间，使之越短越好。

咖啡精深加工是指咖啡烘焙、粉碎，而速溶咖啡加工是指烘焙、粉碎、萃取、干燥、包装。咖啡精深加工厂和速溶咖啡加工厂布局时要考虑地理位置、当地各项成本及原材料和成品运输成本，劳动力的获取条件及雇员生活环境质量，与市场或客户的接近程度及服务的便利程度，与供应商和生产制造资源的接近程度和便利程度，政策优势及当地其他软环境。因此咖啡精深加工厂大多设在原料地或者工业较发达地，而速溶咖啡加工厂大多设在经济、文化、工业均较发达的城市。

三、咖啡加工厂总平面布局应注意的问题

1. 总平面布置的注意事项

（1）总平面布置的任务在于更好地组织生产，如无特殊原因，应首先满足生产的要求，根据生产要求具体决定各车间的位置。

（2）工厂生产区一般应安排在生活区下风向，因为厂区生产中或多或少会散发一些对环境卫生有害的物质，如废烟、废气、废水、异味等。

（3）在不影响各车间联系的原则下，应尽量保持自然地形，以使土方工程量减至最少，以节省投资。布置时，建筑物和道路，最好顺着地形等高线布置，这样可以减少大量的土方工程，为了保证雨水能顺利排除，各建筑物的地面应与道路保持 0.004～0.005 的斜坡。

（4）在做出几个平面布置的初步方案后，应进行各方案的竖向布置，以比较各方案的土方工程量。所谓竖向布置，就是与平面设计相垂直方向的设计，具体来说就是根据地形状态，风向和各生产车间相互联系和排水通畅等要求，确定各生产车间和道路位置的标高，然后计算各方案所需挖、填的土方工程量。

2. 管线布置的注意事项

管线布置应在建筑物和道路布置基本确定以后进行。布置管线时应按系统适当安排，使管线便于修剪和总长度达到最小，同时要注意各种管线不要相互妨碍。地下管线最好共用一条渠道，以节省工程投资。

3. 绿化布置的注意事项

绿化布置时，要注意选择适当的植物，在厂区种植的植物，不应选择在开花时产生花絮和散发种子的植物，否则会影响工厂产品的质量。

四、各车间或建筑物间的配备关系

（1）小粒种咖啡初加工中主要的生产过程和设备集中在鲜果脱皮脱胶车间，因此在总平面布置时应以脱皮脱胶车间为中心，在相应位置安排其他车间。

（2）小粒种咖啡精制加工中干燥、脱壳、分选、色选和包装车间应在同一平面上，以便进行物料运送。

（3）咖啡杯品室一般可设于脱壳分选车间附近，距成品、原材料仓库均不宜过远。

第二节　咖啡加工厂规划管理

咖啡加工厂规划管理要根据咖啡公司经营方针，通过确定未来公司人力资源管理目标来实现公司的既定目标。

一、咖啡加工厂规划概述

咖啡加工厂的规划管理包括战略规划、组织规划、制度规划、人员规划及费用规划等，具体如下。

1. 战略规划

战略规划是根据咖啡公司总体发展战略的目标，对咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂、咖啡精深加工厂人力资源开发和利用的方针、政策和策略的规定，是各种人力资源具体计划的核心，是事关全局的关键性计划。

2. 组织规划

组织规划是对咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂、咖啡精深加工厂整体框架的设计，主要包括组织信息的采集、处理和应用，组织结构图的绘制，组织调查，组织设计与调整，以及组织机构的设置等。

3. 制度规划

制度规划是人力资源总规划目标实现的重要保证，包括人力资源管理制度体系建设的程序、制度化管理等内容。

4. 人员规划

人员规划是对咖啡公司人员总量、构成、流动的整体规划，包括人力资源现状分析，咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂的定员、人员需求和供给预测及人员供需平衡等。

5. 费用规划

费用规划是对咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂的人工成本、人力资源管理费用的整体规划，包括人力资源费用的预算、核算、结算及人力资源费用控制。

二、小粒种咖啡加工厂人员的编制

由于小粒种咖啡初加工厂或者小粒种咖啡精制加工厂是农产品加工性质的工厂，随着季节的不同而有旺产期、低产期和停产期的区分，因此在配备劳动力时应考虑到这些特点，以合理使用劳动力，充分发挥效率。小粒种咖啡初加工厂或者小粒种咖啡精制加工厂一般采取

亦工亦农的安排。为了保证小粒种咖啡初加工厂或者小粒种咖啡精制加工厂生产的正常进行，各车间所需的劳动力，原则上应根据本厂的实际生产能力和旺产期的加工任务量计算配备，在低产期和停产期，则组织安排其他生产任务。

1. 管理人员的配备

小粒种咖啡初加工厂或者小粒种咖啡精制加工厂一般均应配备厂长、技术员、生产工人、杯品员、会计、统计员、出纳、保管员等专职管理人员，各车间配备不脱产的管理人员，人数的多少根据工厂规模而定。

2. 生产工人的配备

小粒种咖啡初加工厂或者小粒种咖啡精制加工厂的工人，主要是咖啡生产工人，也要配备一定数量的机修人员、发电抽水人员、警卫和后勤人员，目前还没有统一规定的定额标准，配备时可参照同类型工厂的情况确定。

例 1：小粒种咖啡初加工厂工作人员根据咖啡年加工量不同，人员有变化，但至少需要 7 人，即鲜果称重、脱皮机操作和果皮清理 1 人，浸泡或清洗 2 人，干燥环节 4 人。如果小粒种咖啡鲜果加工量大，浸泡清洗和干燥要相应地增加人员，以确保小粒种咖啡鲜果初加工环节的质量。

例 2：小粒种咖啡精制加工厂工作人员根据咖啡年加工量不同，人员有变化，但至少需要 9 人，即倒带壳豆 2 人，脱壳机操作人员 1 人，分选机操作人员 1 人，色选机操作人员 1 人，搬运咖啡豆 2 人，称量堆码入库 2 人。如果带壳豆加工量大，按搬运咖啡豆和称量堆码入库要相应地增加人员，以确保带壳豆加工环节的质量。

三、咖啡加工厂投资概算和预算的编制

咖啡加工厂投资概算和预算，是考核咖啡加工厂设计是否经济、合理的重要指标之一。一般在提出工厂初步设计方案时应同时编报工厂投资概算。在提出施工设计时应同时编报工厂投资的预算。概算和预算的项目如下。

1. 土建工程费

土建工程费即用于兴建生产车间、仓库、宿舍、水塔、道路、办公楼等生产和生活用建筑物的工程费用，应按生产性建筑工程投资和非生产性建筑工程投资分别编报。

2. 设备费

设备费包括咖啡整条生产线上的各种生产设备、供排水设备、供电设备、排污设备等各项费用。

3. 水电材料及安装费

水电材料及安装费包括水管、电线、相应的仪表等水电材料费用，以及水电安装费用和各种设备的安装费用。

4. 其他费用

其他费用即机动费，如咖啡加工厂土地流转费、作物赔偿费、迁坟墓费、不可预见的费用等。

上述概算和预算的编制，均应与当地的实际价格据实编报，若为统一调配的物资，则应加上运费。

四、咖啡加工厂试运行及整改

咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂试运行和整改主要集中在软件和硬件两个方面来考查、检验建厂各部分的完成情况及状态评估和整改，具体在以下几个方面进行逐项检验和考查。

（1）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂整体物流体系的合理性。

（2）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂工艺流程的合理性和生产作业流程的完整性。

（3）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂生产节拍的平衡及产能评估。

（4）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂生产设备及工艺装备的运行状态。

（5）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂生产各环节设备及装备的操作和维护。

（6）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂的设备能耗和动力系统。

（7）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂各部门及生产各环节人员规划和实际合理性。

（8）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂生产运营各主要管理流程运行状况及合理性。

（9）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂厂房及土建各部分施工质量评估。

（10）咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂的环境和安全评估。

针对以上各部分，咖啡初加工厂、咖啡精制加工厂或咖啡精深加工厂试运行和整改进行之前，应制订详细完善的试运行控制计划和各部分相对应的控制表（点检表），在现场考查记录后，针对出现的各种问题制订相应的整改计划并对该计划进行有效的追踪落实。

五、咖啡工厂日常管理流程

流程管理在现代企业的管理中起着非常重要的作用。它既可以使管理人员有效地组织生产，提供服务，又可以有效地分清楚各部门之间、人与人之间的责任，更可以有效地控制生产质量和服务质量，及时发现问题并及时解决问题，还可以帮助咖啡加工厂实施量化指标等。总的来说，实施流程管理，首先是有利于咖啡加工厂运作规范化，提高效率，保证运作质量；其次是有利于咖啡加工厂实施标准化，标准化的建设有利于咖啡品牌的树立，有利于业务的快速和大规模的复制；最后是有利于咖啡加工厂实现信息化，信息化管理可以大大提高咖啡加工厂的效率，提高劳动生产率，特别能够借助互联网手段实现远程服务和远程控制。

通常，主要从以下几个方面来确定和完善管理流程体系。

1. 流程的准确性

流程的准确性主要指以下三个方面。

（1）流程名称在所有流程中要统一，尤其需要关注有子流程调用的情况。

（2）流程名称与实际想要表达的流程内容相符。

（3）实际业务活动和流程描述要一致，流程中各个环节的逻辑关系要正确。

2. 流程的完备性

流程的完备性是指流程不存在缺漏环节，对于突然发生和异常的情况也有完备的描述和相应的处理环节。例如，成品采购收货流程中，若发生数量不符，若是供应商或运输公司所致，则需要进行索赔，这些环节都需要在流程图里体现出来。

3. 流程的合理性

流程的合理性包括两个层面的含义，一个层面的含义是指流程是否需要存在，是否符合相关制度的规定，或流程的制订是否违背咖啡加工厂现有制度；另一个层面的含义是指在流程显性后，审视现有做法本身内容的合理性，潜在或已经存在的问题点、管控点是否清晰等。

4. 正确合理的流程边界切分

流程的边界清晰是流程能够描述清晰的关键，如何通过过程边界、对象范围边界做到线条明晰，是需要重点关注和理解掌握的。具体有以下四个由浅到深的审查项。

（1）确定流程的起始和结束是否正确和合理。

（2）在流程结束时确定是直接结束还是转入别的流程。

（3）确定流程和相关流程的接口关系的是否正确合理。

（4）子流程调用时是否切分清楚流程的边界，起点、终点是否有重叠情况发生。例如，成品外包、辅料采购流程中涉及采购订单签订流程、跟单流程和收货流程三个子流程，相互边界是否清晰，有无重叠的情况。

5. 关键节点的检查

关键节点的检查主要有以下几种情况。

（1）当流程需要多个部门或岗位参与时，需要检查发起部门是否准确，参与部门是否齐全，相互间的权责是否清晰描述。

（2）评审或组织评审环节，主要检查评审的对象、形式、目标及其他内容是否清晰；参与评审的部门是否齐全，各自权责是否清晰，参与审核的层级是否合适。

（3）流程的起始节点、流程中的核心环节，需要描述清晰准确。需要对开始、结束节点都给予说明，需要描述每种可能引发流程开始的情况，对于转入别的流程情况和自行结束的情况，都需要逐一说明。

6. 流程说明的检查

为了在流程显性化过程中更加清晰、简洁地形成完整的流程概念，一般将流程的目的、适用范围、职责分工设计在流程图中，检查时注意以下内容。

（1）流程的目的。是否写清楚了该流程的目的，规范的事情，防范的问题，解决的问题。

（2）适用的范围。是否写清楚了什么情况下使用该流程，是否标识出特殊情况，如外派培训管理流程，需要写清楚什么情况下属于外派培训，哪些人适用于外派培训。

（3）职责分工。是否写清楚了流程相关部门的职责，是否有归口管理部门，相关部门各自担负什么样的权责，如谁来检查，若有审核环节谁来批准。

检查时还要注意流程图中的关键节点说明及相关制度文件表格。

第三节　咖啡加工厂建厂方案分析

一、年加工 5000t 小粒种咖啡鲜果生产带壳豆的工厂建厂参考方案

年加工 5000t 小粒种咖啡鲜果生产带壳豆的工厂，一般对应的是种植面积范围较小，道路交通状况一般，水源和电力条件基本能满足加工要求，加工完成咖啡鲜果分捡、脱皮、脱胶、清洗、浸泡、干燥、入库等加工工序。

（一）生产能力分析

（1）按年加工 5000t 咖啡鲜果，每年采果天数 100 天计算，每天处理 50t 咖啡鲜果。

（2）按咖啡鲜果产湿豆 45%计算，每天加工产湿豆 22.5t，年处理湿豆 2250t。

（3）按咖啡鲜果产带壳干豆 18%计算，每天加工产带壳干豆 9t，年产 900t。

（二）设备配置

1. 设备选型

按 5000t 规模设计选型，达不到 5000t 另衡算选型。

（1）鲜果收集池

按每天处理 50t 咖啡鲜果计算，建筑尺寸为 6000mm×2000mm×500mm（即体积 $6m^3$），坡度 12.5%的鲜果收集池，共需 1 个。

（2）脱皮、脱胶设备

配置国产脱皮机、脱皮脱胶组合机，处理能力分别为 3.5～4t/h，1.5～2t/h。对脱皮不干净的咖啡浆果进行二次脱皮，配置处理能力为 0.3～0.5t/h 的脱皮机。

按平均每天处理咖啡鲜果量 50t，每天加工时间 8h 计算，上述脱皮、脱胶设备各配置两台。

（3）虹吸池和除石槽

按每组脱皮、脱胶设备配置一组虹吸池和除石槽计算，共需虹吸池和除石槽两组，虹吸池使用砖体砌筑，内衬瓷砖，规格尺寸为 2000mm×2000mm×3000mm。

（4）浸泡池

50t 咖啡鲜果脱皮后得约 23t 湿豆，设计浸泡池尺寸规格为 3000mm×2000mm×1500mm，该浸泡池可装湿豆 8t，共需 3 个浸泡池。

（5）热风炉及干燥池

使用额定风量大于 $14000m^3/h$ 的热风炉，干燥箱尺寸 5000mm×4000mm×700mm，单台炉上下循环通风，一台热风炉供一个干燥池，每次装载湿豆 4.5t，每天干燥 22.5t 咖啡湿豆需热风炉为 5 台，按加热周期 2 天计算，需 (5×2)台=10 台；干燥池使用周期与热风炉同步，需相关配套设备 10 台套。

若采用双层干燥池单台炉循环通风，一台热风炉供一个干燥池，每次装载湿豆 3t，每天干燥 22.5t 咖啡湿豆，需热风炉为 5 台，按加热周期 3 天计算，需 (5×3)台=15 台；干燥池使用周期与热风炉同步，需相关配套设备 15 台套。

2. 设备配置

年加工 5000t 咖啡鲜果生产带壳豆的工厂的设备配置见表 8－3。

表 8－3　年加工 5000t 咖啡鲜果生产带壳豆的工厂的设备配置

序号	设备名称	设备型号	技术参数	数量	备注
1	鲜果收集池	6000mm×2000mm×500mm	体积 6m^3，斜度 12.5%	1 个	
2	除石槽		长 3m，斜度 15%	2 个	
3	虹吸池	2000mm×2000mm×3000mm	体积 12m^3	2 个	
4	脱皮机	380 型	处理能力 3.5～4t/h	2 台	电动机 3kW
5	脱皮脱胶组合机	200 型	处理能力 1.5～2t/h	2 台	电动机 4kW
6	脱皮机	150 型	处理能力 0.3～0.5t/h	2 台	电动机 1.5kW
7	浸泡池	3000mm×2000mm×1500mm	体积 9m^3	3 个	
8	带式输送机	B400mm×30000mm	宽 400mm，长 30m	1 台	
9	热风炉（风机）	4－72－6A	压力≥1130Pa； 额定风量≥14000m^3/h	10 台	电动机 4kW
10	干燥池（任选）	5500mm×2000mm×1600mm	体积 17.6m^3	10 个	若选 10t 滚筒式干燥设备，则选 2 台套
		5000mm×4000mm×3000mm	体积 60m^3	5 个	

（三）基础设施建设

1. 建筑面积

（1）脱皮、脱胶、清洗、浸泡、干燥设备布置按照斜坡高差形式布置，脱皮、脱胶、清洗工段占地面积约 900m^2。

（2）机械热风干燥设备占地 1225m^2。

（3）果皮池年产量 2500t 合 5000m^3，按 3m 高度计算需 1700m^2。

（4）成品暂储库 65m^2。

（5）燃料储存库 65m^2。办公区域面积 100m^2。

（6）生活区按 25 人，每人 10m^2 计算需 250m^2。

（7）公共设施（厨房、厕所等）100m^2。

（8）厂内道路场地 300m^2。

（9）厂外道路结合原有道路按宽 4.5m、长 300m 计算。

总合计 6055m^2（本方案未涉及绿化用地面积）。

2. 建筑费用项目

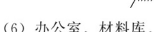
（1）土地征用。

（2）生产、生活用电。

（3）生产、生活用水。

（4）脱皮、脱胶、干燥等设备、厂房。

（5）产品库。



（6）办公室、材料库。

（7）生活住宿房。

（8）公共设施。

（9）果皮池。

（10）厂外、厂内道路场地。

（11）场地平整。

（12）燃料库。

建筑费用，按当年当地实际进行概算。

（四）人员配置

（1）鲜果收购：合计 5 人（咖啡种植片区）。

（2）脱皮、脱胶：4 人，其中管理人员 1 人，验质 1 人，设备操作工人 2 人。

（3）干燥阶段：21 人，其中管理人员 1 人，设置两个班，每班带班长 1 人，热风炉作业 10 人，上料 4 人，卸料、搬运 4 人。

以上合计：需固定工人 7 人，季节性工人 23 人。

二、年生产 10000t 商品豆的工厂建厂参考方案

根据咖啡种植面积，建设年生产 10000t 商品豆的加工厂，完成咖啡鲜果分捡、脱皮、脱胶、清洗、浸泡、干燥、入库、干豆清洁、除石去杂、脱壳、粒径分选、重力分选、电子色选、打包、入库加工工序，设计建厂参考方案。

（一）生产能力分析

（1）按年生产 10000t 商品豆的规模分析，相当于年处理约 62500t 咖啡鲜果，按每年采果天数 100 天计算，平均每天处理 625t 咖啡鲜果。

（2）按咖啡鲜果产湿豆 45％计算，每天产湿豆 281.25t，年处理湿豆 28125t。

（3）按咖啡鲜果产出干豆 20％计算，每天产带壳干豆 125t，年产 12500t。

（4）按带壳干豆产商品豆 80％计算，每天产商品豆 100t，年产 10000t。

（5）按带壳干豆产咖啡壳 20％计算，每天产咖啡壳 25t，年产 2500t。

（二）设备配置

1. 设备选型

（1）鲜果收集池

按每天处理 625t 咖啡鲜果，每个咖啡种植区每天采摘咖啡鲜果 40～45t 计算，建筑尺寸为 6000mm×2000mm×500mm（即体积 $6m^3$），坡度 12.5％的鲜果收集池，共需 15 个。

（2）脱皮、脱胶设备

按平均每天处理咖啡鲜果量 625t，每天加工时间为 8h 计算，配置处理能力 3.5～4t/h 脱皮机，处理能力 1.5～2t/h 脱皮脱胶组合机，针对脱皮不干净的浆果进行二次脱皮，配置处理能力 0.3～0.5t/h 的脱皮机，各需 15 台。

（3）虹吸池和除石槽

按每组脱皮、脱胶设备配置一组虹吸池和除石槽计算，共需虹吸池和除石槽 15 组，虹吸池使用砖体砌筑，内衬瓷砖，规格尺寸为 2000mm×2000mm×3000mm。

（4）浸泡池

设计浸泡池尺寸规格为 3000mm×2000mm×1500mm，按每个浸泡池可装湿豆 8t 计算，共需配置 35 个浸泡池。

（5）脱壳（抛光）机

按每台机器生产能力 4t/h 进行匹配，根据咖啡原料的质量、颗粒大小、形状、含不良品比例等不同而产生变化，采用进口、国产设备均可。

（6）分选机

粒径分选机和重力分选机按每台机器生产能力 4t/h 进行匹配。

（7）色选机

选用 DDC 色选机，按每台机器生产能力 4t/h 进行匹配。

2. 设备配置

（1）第一加工阶段的设备配置

年生产 10000t 商品豆的工厂第一加工阶段的设备配置见表 8－4。

表 8－4　年生产 10000t 商品豆的工厂第一加工阶段的设备配置

序号	设备名称	设备型号	技术参数	数量	备注
1	鲜果收集池	6000mm×2000mm×500mm	体积 $6m^3$，斜度 12.5%	15 个	
2	除石槽		长 3m，斜度 15%	15 个	
3	虹吸池	2000mm×2000mm×3000mm	体积 $12m^3$	15 个	
4	脱皮机	380 型	处理能力 3.5～4t/h	15 台	电动机 3kW
5	脱皮脱胶机	200 型	处理能力 1.5～2t/h	15 台	电动机 4kW
6	脱皮机	150 型	处理能力 0.3～0.5t/h	15 台	电动机 1.5kW
7	浸泡池	3000mm×2000mm×1500mm	体积 $9m^3$	35 个	
8	干燥设备	滚筒式干燥机	10t	28 台	配风机

（2）第二加工阶段的设备配置

年生产 10000t 商品豆的工厂第二加工阶段的设备配置见表 8－5。

表 8－5　年生产 10000t 商品豆的工厂第二加工阶段的设备配置

序号	设备名称	型号	数量	备注
1	除石去杂机	TQSX－125	1 台	
2	垄碾组合机	MT－36 型	1 台	
3	脱壳机	LN300 型	1 台	
4	粒径分选机	5XFS－5C	1 台	

续表

序号	设备名称	型号	数量	备注
5	重力分选机	ZLFX-4000	1台	
6	DDC色选机	6SXZ-252	1台	
7	斗式提升设备	DTG20-15	8台	
8	移动式输送带		1台	
9	计量打包机	DCS-10	1台	

（三）基础设施建设

1. 建筑面积

(1) 脱皮、脱胶、清洗、浸泡、干燥设备布置按照斜坡高差形式布置，脱皮、脱胶、清洗工段占地面积1380m^2。

(2) 果皮池年产量5000t合10000m^3，按3m高度计算，需3400m^2。

(3) 办公区域面积50m^2，生活区按15人，每人10m^{2}计算，需150m^2。

(4) 公共设施（厨房、厕所等）100m^2。

(5) 厂内道路场地400m^2；厂外道路按宽4.5m，长300m计算。

(1)～(5) 项建筑面积总合计6830m^2。

(6) 除石、脱壳、粒径分选、重力分选、色选、称量打包工段占地面积约900m^2；30台干燥箱占地1225m^2。

(7) 成品产储存库1000m^2；豆壳储存库65m^2；办公区域面积100m^2；生活区按25人，每人10m^{2}计算，需250m^2；公共设施（厨房、厕所等）100m^2；厂内道路场地300m^2；厂外道路结合原有道路按宽4.5m、长300m计算。

(6)～(7) 项建筑面积总合计5290m^2。

以上建筑面积共计12120m^2（本方案未涉及绿化用地面积）。

2. 建筑费用项目

(1) 土地征用。

(2) 生产、生活用电。

(3) 生产、生活用水。

(4) 脱皮、脱胶、干燥等设备、厂房。

(5) 脱壳、分选、色选等设备、厂房。

(6) 成品库。

(7) 办公室、材料库。

(8) 生活住宿房。

(9) 公共设施。

(10) 果皮池。

(11) 厂外、厂内道路场地。

(12) 场地平整。

(13) 燃料库。

建筑费用，按当年当地实际进行概算。

（四）人员配置

（1）鲜果收购：合计30人（咖啡种植片区）。

（2）脱皮、脱胶：9人，其中管理人员1人，鲜果复称1人，验质1人，设备操作工人4人，清洗、浸泡、上料2人。

（3）脱壳：2人。

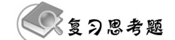
（4）分选：2人。

（5）打包入库：6人。

（6）管理人员：1人。

以上合计：需固定工人20人，季节性工人30人。

上述加工厂的布局规划方案案例分析仅仅是为咖啡加工厂的建设提供参考，实际生产中，咖啡加工厂的布局规划方案还应按所选工厂的实际位置，综合考虑水源、电源、交通和加工厂所处自然条件等影响因素，按当地实际状况布局规划出符合咖啡加工需要的最优方案，以满足生产需求。



复习思考题

1. 小粒种咖啡加工厂的选择应符合哪些基本要求？
2. 小粒种咖啡初加工厂布局规划归纳为哪几种情况？
3. 工厂布局的基本原则是什么？
4. 1t咖啡材料质量与体积的关系是什么？
5. 画出小粒种咖啡初加工厂平面图。
6. 画出小粒种咖啡初加工厂剖面图。
7. 画出咖啡精制加工厂布局图。
8. 画出咖啡精深加工厂布局图。
9. 画出速溶咖啡加工厂布局图。
10. 总平面布置的注意事项有哪些？
11. 各车间或建筑物间有什么样的配备关系？
12. 概述咖啡加工厂规划。
13. 小粒种咖啡初加工厂人员应如何编制？
14. 咖啡加工厂试运行后要如何整改？
15. 咖啡加工厂日常管理流程是什么？
16. 试进行商品咖啡豆生产能力分析。

附录一　咖啡及其制品术语

GB/T 18007—2011《咖啡及其制品　术语》

1. 范围

本标准规定了咖啡及其制品相关的最常用术语。

2. 咖啡通用术语

2.1 咖啡 coffee

咖啡属植物（*Coffea*，一般指栽培种）的果实和种子以及这些果实和种子制成的供人类消费的产品。

注：本条术语适用于以下产品：咖啡鲜果、干果、带种皮咖啡豆、生咖啡、抛光咖啡豆、脱咖啡因咖啡、焙炒咖啡豆、咖啡粉、咖啡提取液、速溶咖啡以及咖啡饮料。

2.2 正常咖啡 normal coffee

一批均质的咖啡种子，其中不包括以下五类被定义为缺陷的物质，即

——不是咖啡原有的杂质；

——不是咖啡豆原有的杂质；

——形状不规则的咖啡豆；

——外观不正常的咖啡豆；

——变味的咖啡。

注 1：制定本正常咖啡定义的最终目的是为了生产出满足消费者需要并符合良好贸易规范的咖啡饮料。

注 2：NY/T 1519 给出了生咖啡缺陷的详细资料。

2.2.1 小粒种咖啡（阿拉伯种咖啡）arabica coffee

植物学种名为 *Coffea arabica* L.。

注：阿拉伯种咖啡品种举例如下。

波邦种 Bourbon：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，为非洲东部和巴西的传统品种；

铁毕卡种 Typica：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，在印度尼西亚选育的品种及中美洲和南美洲的主要种植品种 [也叫阿拉伯种咖啡（巴西），蓝山咖啡（牙买加）]；

蒙多诺沃种 Mundo Novo：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，由波邦种与铁毕卡种杂交产生出来的品种；

摩卡种 Mokka：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，种植量不多；

卡杜拉种 Caturra：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，波邦种的矮化品种；

帝汶杂交种 Timor Hybrid：植物学种名为 *Coffea arabica* L. 在东帝汶发现的由中粒种咖啡（*C. canephora*）与小粒种咖啡（*C. arabica*）之间自然杂交而产生的品种；

卡蒂莫种 Catimor：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，由卡杜拉种与帝汶杂交种之间杂交而产生的品种；

卡杜埃种 Catuai：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，在巴西选育的由蒙多诺沃种与卡杜拉种之间杂交而产生的品种；

衣卡杜种 Icatu：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，用中粒种咖啡（*C. canephora*）配种并回交至小粒种咖啡（*C. arabica*）而产生的品种；

哥伦比亚种 Colombia：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，在哥伦比亚选育的卡蒂莫种；

CR95 种：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，在哥斯达黎加选育的卡蒂莫种；

鲁依鲁Ⅱ种 Ruiru Ⅱ：植物学种名为 *Coffea arabica* L.，由小粒种咖啡（*C. arabica*）与卡蒂莫种之间杂交而成（抗锈病的咖啡）。

2.2.2 中粒种咖啡（罗巴斯塔种咖啡）robusta coffee

植物学种名为 *Coffea canephora* Pierre ex A. Froehner，包括它的栽培种和一些变种。

注：孔尼隆（Conillon）是中粒种咖啡的蔻依萝（Kouillou 或 Kouilou 变种），在巴西及马达加斯加种植。

2.2.3 大粒种咖啡（利比里亚种咖啡）liberica coffee

植物学种名为 *Coffea liberica* Hiern。

注：这种咖啡的国际交易量不大。

2.2.4 高种咖啡（埃塞尔萨种咖啡）excelsa coffee

植物学种名为 *Coffea dewevrei* De Wild and Durand var. excelsa Chevalier。

注：这种咖啡的国际交易量不大。

2.2.5 阿拉巴斯塔咖啡 arabusta coffee

小粒种咖啡与中粒种咖啡的杂交种，学名为 *Coffea arabica*×*Coffea canephora* Capot and Ake Assi。

3. 与咖啡有关的物质

3.1 咖啡果 coffee cherries

咖啡属植物的果实。

3.2 咖啡鲜果 cherry coffee

收获后未经干燥的咖啡果。

3.3 干果 husk coffee；coffee in pod

干的咖啡果。

3.4 带种皮咖啡豆 parchment coffee；coffee in parchment

带内果皮（种皮）的咖啡豆。

3.5 生咖啡 green coffee；raw coffee

咖啡豆。

参见：咖啡鲜豆（4.4）。

注：所谓的生咖啡（green coffee 字面意思为“绿色咖啡”）其颜色不一定是绿色的。

3.6 湿法加工咖啡豆 wet-processed coffee

采用湿法加工方法生产的生咖啡。

参见：湿法加工（8.3）。

注：术语“湿法加工咖啡豆”适用于除去胶质的方法；术语“半湿法加工咖啡豆”适用于胶质仍然粘在干种皮上的方法。

3.7 淡味咖啡豆 mild coffee

洗净的小粒种咖啡豆。

3.8 干法加工咖啡豆 dry-processed coffee

采用干法加工方法生产的生咖啡。

参阅：干法加工（8.2）。

注：也用术语“天然咖啡”指该产品。

3.9 抛光咖啡豆 polished coffee

采用机械操作除去银皮，使咖啡豆具有光泽和较好外观的生咖啡。

3.10 洗净咖啡豆 washed and cleaned coffee

在有水的情况下采用机械方法除去银皮的干法加工生咖啡。

3.11 筛余 triage residue；screenings

筛选分级时筛出的外来杂质和来源于咖啡果的其他杂质及有缺陷的咖啡豆。

3.12 焙炒咖啡豆 roasted coffee

生咖啡经焙炒所得的产品。

3.13 咖啡粉 ground coffee；R&G coffee

焙炒咖啡豆磨碎后的产品。

3.14 咖啡提取液 coffee extract

采用物理方法，以水为唯一载体从焙炒咖啡粉中提取的产品。

3.15 速溶咖啡 instant coffee；soluble coffee；dried coffee extract

采用物理方法，以水为唯一载体从焙炒咖啡粉中提取的干的水溶性产品。

3.15.1 喷雾干燥速溶咖啡 spray-dried instant coffee

将咖啡萃取液用喷雾法喷入热空气中，使水分蒸发而形成干的颗粒状速溶咖啡。

3.15.2 二次造粒速溶咖啡 agglomerated instant coffee

将经喷雾干燥的速溶咖啡颗粒再次融合在一起而形成较大的颗粒所得的速溶咖啡。

3.15.3 冻干速溶咖啡 freeze-dried instant coffee；freeze-dried coffee extract；freeze-dried coffee；freeze-dried soluble coffee

将咖啡萃取液冷冻，然后通过升华而将冰除去后所得的速溶咖啡。

注：法语中，用术语“lyophilisé”来指冻干咖啡。

3.16 脱咖啡因咖啡 decaffeinated coffee

已抽提过咖啡因的咖啡。

注：某些国家的法规中规定了残留咖啡因的最大值即脱咖啡因的最低程度。

3.17 咖啡饮料 coffee brew

将焙炒咖啡粉用水处理或者将水加入咖啡萃取液或速溶咖啡中所得的饮料。

4. 咖啡鲜果

4.1 咖啡鲜果 coffee cherry

新鲜完整的咖啡树果实。
4.2 果皮 pulp
咖啡鲜果的外果皮和中果皮。
注：在脱皮和发酵的过程中果皮被除去。参阅：脱果皮（8.3.1）。
4.3 种皮 parchment
咖啡果的内果皮。
4.4 咖啡鲜豆 bean；fresh bean
咖啡果的种仁。
注：每个咖啡果通常有两颗咖啡豆。
5. 咖啡干果
5.1 干果 dried coffee cherry；coco
咖啡树的干咖啡果，由外果皮和一粒或多粒豆组成。
5.2 咖啡壳 husk；dried cherry pulp
干果的外果皮总称。
5.3 带种皮咖啡豆 bean in parchment
带种皮（内果皮）的咖啡豆。
5.4 干种皮 hull；dried parchment
咖啡果的干内果皮。
注：法语中通常只使用术语“parche”。
5.5 银皮 silverskin；dried testa；dried seed perisperm
咖啡豆的表皮。
注：银皮外观通常呈银色或铜色。
5.6 咖啡豆 coffee bean
干的咖啡种仁。
6. 生咖啡
6.1 几何特征
6.1.1 咖啡豆直径 bean diameter
咖啡豆能通过的最小圆孔的直径。
注 1：本术语通常指用于将豆进行大小分级所用的筛孔。
注 2：本定义也适用于圆豆（6.1.3）的分级。
6.1.2 扁平豆 flat bean
具有一个明显扁平面的咖啡豆。
6.1.3 圆豆 peaberry bean；caracolito
由咖啡果中单粒种子发育而成的近似卵形的咖啡豆。
6.1.4 大象豆 elephant bean；elephant
由假多胚现象导致的咖啡豆集合体。通常由两粒咖啡豆、有时由几粒咖啡豆集合组成。
参阅：耳形豆 ear bean（6. 4.3）
6.2 杂质



6.2.1 杂质 foreign matter

不是咖啡果原有的物质。

6.2.2 石子 stone

任何大小的石头。

6.2.3 细枝 stick

任何大小的细枝。

6.2.4 土块 clod

由土粒团聚而成的团粒。

6.2.5 金属杂质 metallic matter

任何大小的金属粒子。

注：咖啡干燥后这些粒子可出现在干燥区域和（或）由与咖啡接触的工业设备剥蚀后产生。

6.2.6 动物杂质 animal matter

由来自动物的杂质如死虫、虫的碎片和尸体、动物的粪便和尿液等组成的任何大小的粒子。

注：咖啡干燥后这些粒子可出现在干燥区域。

6.2.7 其他杂质 other foreign matter

除石子、细枝、土块、金属类、动物类以外的非咖啡类物质。

例如：烟头，塑料粒子，包装袋粒子，线，玻璃，矿物粒子及其他豆类如玉米和小麦等的粒子。

6.3 来自咖啡果的缺陷

6.3.1 干果 dried cherry

咖啡树的干咖啡果（豆荚），由外果皮和一粒或多粒豆组成。

6.3.2 果壳碎片 husk fragment

干外果皮（咖啡壳）的碎片。

6.3.3 带种皮咖啡豆 bean in parchment

带种皮（内果皮）的咖啡豆。

6.3.4 种皮碎片 piece of parchment

干种皮（内果皮）的碎片。

6.4 形状不规则的咖啡豆

6.4.1 畸形豆 malformed bean

外形不正常的咖啡豆，能明显地与正常咖啡豆区别开来。

6.4.2 贝壳豆 shell bean；shell

带凹面的畸形豆，形似贝壳。

注：贝壳豆通常与耳形豆（6.4.3）一起出现。两者均由大象豆（6.1.4）的分裂产生。

6.4.3 耳形豆 ear bean；shell core

带有特殊褶皱的畸形豆，能明显地与正常咖啡区别开来。

注：耳形豆通常与贝壳豆（6.4.2）一起出现。两者均由大象豆（6.1.4）的分裂产生。

6.4.4 豆碎 bean fragment

体积少于半粒咖啡豆的咖啡豆碎片。

6.4.5 破豆 broken bean

体积大于或等于半粒咖啡豆的咖啡豆碎片。

6.4.6 机损豆 pulper-nipped bean；pulper-cut bean

脱皮时被切伤或擦伤的湿法加工豆，通常带有褐色或黑色的伤痕。

6.4.7 虫蛀豆 insect-damaged bean

内部或外部受昆虫蛀蚀的咖啡豆。

注：当咖啡豆是受咖啡果小蠹虫（*Hypothenemus hampei* Ferr）蛀蚀时，法语用术语“fève scolytée”或“broca”来指虫蛀豆。

6.4.8 有虫咖啡豆 insect-infested bean

藏有处于任何发育阶段的昆虫的咖啡豆。

6.4.9 有活虫咖啡豆 live-insect-infested bean

藏有处于任何发育阶段的活昆虫的咖啡豆。

6.4.10 有死虫咖啡豆 dead-insect-infested bean

含有死昆虫或其碎片的咖啡豆。

6.5 外观不正常的咖啡豆

6.5.1 黑色豆 black bean

其外表面和内部（胚乳）有一半以上为黑色的咖啡豆。

6.5.2 半黑豆 partly black bean

其外表面和内部（胚乳）的黑色部分少于或等于一半的咖啡豆。

注：通常使用“半黑豆 semi-black bean”这一术语。

6.5.3 黑生豆 black-green bean

其表面通常起皱、呈墨绿几近黑色且具有光泽性银皮的未成熟咖啡豆。

6.5.4 未熟豆 immature bean；quaker bean

表面通常起皱的未成熟咖啡豆。

注 1：这种豆的银皮呈淡绿色或铜绿色。其细胞壁和内部结构还未完全发育。

注 2：焙炒后，未成熟豆呈现出来的褐色比正常成熟的咖啡豆要浅。

6.5.5 棕色豆 brown bean；ardido

这种咖啡豆外表呈现出一系列的颜色，如浅红棕色、棕黑色、黄绿色至深红棕色，而其内部（胚乳）则呈褐色。

注 1：在焙炒和冲泡时，这样的咖啡豆会产生一种难闻酸味（恶臭）。

注 2：不要将这种豆与银皮豆（6.5.6）相混淆；因为银皮豆在轻轻刮伤其表面时，会露出正常的内部绿颜色，并且在冲泡时不产生异味。

6.5.6 银皮豆 foxy silverskin bean；melado

其银皮（外胚乳）的颜色为杏黄色至深红棕色的咖啡豆。

注 1：除去银皮后，在裸豆上没有残留异常的阴影。

注 2：不要将这种豆与棕色豆（6.5.5）相混淆。

6.5.7 褐色豆 dark brown bean

由于咖啡果在未成熟时受斑椿象（*Antestia*）蛀蚀或因枯萎病所致，使其外观皱折而颜色完全为褐色的咖啡豆。

注：这一缺陷也可因果实过熟和脱果皮不当引起。

6.5.8 蜡质豆 waxy bean

具有半透明蜡状外观的咖啡豆，其颜色由黄绿色至深红棕色。

注：这种豆的细胞和表面呈腐烂的纤维状，

6.5.9 琥珀豆 amber bean

半透明咖啡豆，通常呈黄色，由于泥土的营养不足引起。

6.5.10 白色豆 white bean

呈现浅白至乳白颜色的咖啡豆，有时稍带杂色。

注：本缺陷也可由干燥后回潮引起。

6.5.11 花斑豆 blotchy bean；spotted bean

呈现出不规则的绿色、白色或有时为黄色色斑的咖啡豆。

6.5.12 干瘪豆 withered bean

轻而起皱的咖啡豆。

6.5.13 海绵豆 spongy bean

坚实度与木栓相似的咖啡豆，通常稍带白色。

注：可用手指甲将其组织压下成凹痕。

6.5.14 轻质豆 white low-density bean；floater bean

呈白色而且极轻的咖啡豆，其密度远低于正常豆。

6.5.15 发霉豆 mouldy bean

长霉或具有肉眼可见的霉迹的咖啡豆。

6.6 变味咖啡

6.6.1 酸咖啡豆 sour bean；fermented bean

由于过度发酵导致变质的咖啡豆，内部（胚乳）呈浅棕色至茶褐色，外表为蜡质状，在焙炒和冲泡时产生酸味。

6.6.2 臭咖啡豆 stinker bean

在刚切开时发出非常难闻的气味的咖啡豆，用这种豆制成的咖啡在冲泡好后也会发出极难闻的与鱼发酵、变酸或腐烂后相似的味道。

注：这种豆可呈浅棕色或稍带棕色，偶尔呈现蜡质状外观，甚至呈现正常的外观。

6.6.3 脏咖啡豆 dirty bean；untidy bean

这种咖啡豆使冲泡好的咖啡具有使人厌恶的霉味、臭味、脏味、泥味、木味、里约味、酚味以及类似麻袋的气味。

7. 焙炒咖啡

7.1 炭化豆 carbonized bean

焙炒过度的咖啡豆，其质地与木炭相似，用手指的压力就可容易地将其压成细粒。

7.2 花斑豆 blotchy bean；spotted bean

呈现出不规则色斑的焙炒咖啡豆。

7.3 浅色豆 pale bean

颜色比其他的焙炒豆要浅得多的焙炒咖啡豆。

7.4 恶臭豆 vile-smelling bean

这种焙炒咖啡豆散发出令人作呕的气味，通常由臭咖啡豆（6.6.2）或酸咖啡豆（6.6.1）焙炒而成。

8. 加工

8.1 分选 selection

除去杂质（如石子、细枝和树叶等）及根据大小、密度和成熟度对咖啡鲜果进行分类的工艺操作。

8.2 干法加工 dry process

在太阳下或用干燥机对咖啡鲜果进行干燥以获得咖啡干果（3.3）的处理方法。

注：本操作完成后，通常是用机械方法除去咖啡壳（干果皮）以制得“天然咖啡”（3.8）。

8.2.1 咖啡鲜果干燥 drying of cherry coffee

用来降低咖啡鲜果水分含量的工艺操作，使之利于脱壳和良好地保存。

8.2.2 脱果壳 dehusking

采用机械方法除去干咖啡果的壳（干果皮）。

8.3 湿法加工 wet process

在水的存在下，先用机械方法除去咖啡鲜果外果皮和大部分中果皮，然后用下列方法之一制得带种皮咖啡豆的工艺操作。

采用发酵或其他方法除去胶质（中果皮），接着通过清洗制得带种皮咖啡豆。

注：除去胶质后，带种皮咖啡豆通常要进行干燥和脱种壳，以制得“湿法加工咖啡豆”（见3.6）。

或者直接对带胶质的咖啡豆进行干燥，然后脱种壳制得“半湿法加工咖啡豆”。

8.3.1 脱果皮 pulping

湿法加工中使用机械方法将外果皮和尽可能多的中果皮（胶质）除去的工艺操作。

注：一部分的胶质（中果皮）通常仍然会粘附于种皮（内果皮）上。

8.3.2 发酵脱胶 fermentation process

将粘附在种皮上的胶质（中果皮）分解，便于水洗清除的工艺操作。

注：发酵脱胶可用通过摩擦力除去胶质的机械脱胶装置代替。

8.3.3 清洗 washing

用水将所有残留在种皮表面的胶质（中果皮）除去的工艺操作。

8.3.4 带种皮咖啡豆的干燥 drying of parchment coffee

利用阳光或烘干机械产生的热能使带种皮咖啡豆逐渐失水，最终达到标准含水量的工艺操作。

8.3.5 脱种壳 hulling

将带种皮咖啡豆的干种皮（种壳）除去以制得生咖啡的工艺操作。

8.4 抛光 polishing

通过机械方法将残留银皮（外胚乳）从生咖啡中除去的工艺操作。

注：可以在使生咖啡回潮后再进行抛光。

8.5 筛选分级 sorting

该工艺操作是通过筛子将杂质、咖啡豆碎片及有缺陷的咖啡豆从生咖啡中除去，以便对咖啡豆进行分级。

8.6 焙炒 roasting

通过热处理使生咖啡豆在结构和组成上产生根本的化学和物理变化，导致咖啡豆颜色变暗（变黑）并发出焙炒咖啡豆特有的香味的工艺操作。

8.7 磨粉 grinding

将焙炒咖啡豆磨碎成咖啡粉的机械操作。

附录二　国际咖啡4C组织及规则

一、4C协会

4C协会是在瑞士日内瓦注册的、合法的、非牟利性的、全球性（联合国）的咖啡行业组织，英文全称Common Code for the Coffee Community，译成中文是“咖啡社区的管理规则”。

4C协会的成员包括种植咖啡的农民（大型和小型）、交易商（进口商和出口商）、从业者（咖啡烘焙商和咖啡零售商）和民间社会（非政府组织、工会）。个人、捐助者和其他机构可以作为准成员加入。

4C协会是一个多方利益相关者的组织，这一全球性的社会工作，让从事咖啡的人共同提高其经济、社会和环境条件，最终的目标是使可持续发展成为主流，并尽可能地让更多农民实现可持续的生产方式。

二、成立4C协会的原因

2001—2002年的咖啡危机导致很长时间咖啡价格非常低，咖啡行业的可持续性受到威胁，咖啡种植区发展面临重大困难。因此咖啡种植者、咖啡贸易商和民间社会代表们意识到需要共同努力来解决主要影响咖啡行业可持续发展的问题。2003年，不同的涉众团体发起了咖啡社区管理项目——4C协会，其口号为“联手发展一个更好的咖啡世界”。成立以来，4C协会陆续成为竞争前的平台，涉众团体可以团结努力、解决影响可持续发展的问题。

三、4C单位

4C单位是指长期生产4C标准咖啡的生产组。4C单位的设置是灵活的。一个4C单位可以是共同注册的小规模种植户（如合作社或农民协会、采购站、一个工厂、一个本地商人、出口组织），也可以是在一个国家生产的烘焙咖啡。

建立一个4C单位的三个前提条件：一是成为4C协会的一员或属于现有的4C成员；二是能够提供最少一个集装箱的商品咖啡豆（20t）；三是能遵守4C的行为准则。如果一个生产商的商品咖啡豆产量大于20t，就可以自己注册为4C单位。如果产量不足，可以加入一个既定的4C单位，或与其他小规模的农民建立一个新的4C单位；另一种情况是出口国要建立与供应商的4C单位。

在一个4C单位，任何直接与咖啡接触的人或公司等被称为商业合作伙伴。一个人或公司为咖啡生产和直接接触的鲜果或商品咖啡豆提供相关服务，如种植户与农药喷洒公司都被认为是商业合作伙伴。



四、咖啡种植者要符合4C管理规则必须满足的标准

1. 咖啡种植者必须排除的10种错误做法

(1) 以极端方式使用童工。

(2) 囚禁和强迫使用劳工。

(3) 拐卖人口。

(4) 禁止成员成为工会的成员或代表。

(5) 强行辞退员工而不给予合理补偿。

(6) 不能提供工人所需的合适的居住场所。

(7) 不能为所有员工提供饮用水。

(8) 砍伐原始森林或破坏其他自然资源。

(9) 使用禁用的杀虫剂。

(10) 业务关系中违背国际法、国内法和习惯做法的不正当交易。

2. 农民必须满足什么标准才符合4C管理规则

咖啡种植者应排除10种错误做法，而且4C协会对他们用28项原则衡量其表现和进步。4C协会设定了一个易于理解的红色、黄色和绿色的评定系统。红色表示“停止”，黄色表示“有待提高”，绿色表示“已经实现可持续发展的最高水平规则”。该系统可以很容易地识别咖啡种植者是否已经上轨道，并指出需要做的工作和关注的领域，引导他们迈向可持续发展。由独立的第三方验证、确认种植者的4C单位的得分平均为黄色（意味着可以有一些红色的指标），随着时间的推移预计所有操作进展可以达到绿色。红色指标比绿色指标多是不能成为4C单位的。

五、4C协会的运转

根据瑞士法律，4C协会注册为一个独立的会员制组织，其总部设在德国波恩。迄今为止4C协会成立了四个区域办事处（非洲、巴西、中美洲和拉丁美洲、越南）。各成员国在咖啡供应链上总商品交易量（生产、贸易或烘烤）和地位决定了应支付的会员费，农民支付少，烘焙者支付多。非政府组织、其他成员和准成员也要交会员费。4C协会收到的捐助包括德国联邦经济合作与发展部的捐助、国际合作署和乐施会（荷兰）的捐助。

六、4C标准咖啡

4C标准咖啡是指咖啡源自验证的4C单位及买卖沿4C咖啡连锁协会的成员。4C协会的成员是4C系统的一部分，沿着这条供应链保持4C标准的身份、要求咖啡有可追溯性。有独立的核查员检查4C单位的可持续发展标准。4C贸易和工业成员承诺购买的4C标准的咖啡数量不断增加。

4C系统的操作是定期供给和市场的需求机制。没有固定的溢价或咖啡验证4C单位提供的固定价格。然而，4C标准咖啡不只是“任意的咖啡”，它有一个派生的附加值，事实是生产、加工和交易应用基本的可持续性标准。采购商认识到这一点的附加价值和供应商有一个更好地平台来协商4C标准咖啡的价格。此外，4C协会可持续发展的方式能帮助种植者更好地运用农业、加工和管理操作，增加产量、提高质量和降低成本，帮助种植者获得更高的

收入。

4C 协会不使用产品标签，因为 4C 咖啡链都通过了“认证”。4C 作为一个基本的标准其主要概念是改进的过程。这就是为什么在 4C 协会采用独立的第三方验证程序，以确保其成员对实施和机制的改进，符合并达到可持续发展的基本水平。

七、4C 验证

4C 验证过程始于一个自我评估的 4C 单位，对应所有业务伙伴和单位的组织图，这是实地核查的基础。由第三方验证后，将被核查的 4C 单位文件及自我评估文件提交 4C 秘书处。通过检查文件和程序进行采访和收集其他证据，并随机抽查 50%的平方根的所有个体农民和其他合作伙伴所涉及的业务。验证系统可以帮助 4C 单位和合作伙伴，确定需要改进的地方。如果验证是肯定的，4C 单位收到许可证就可销售 4C 标准咖啡。

申请 4C 验证编号之前，4C 单位必须进行自我评估，并确保所有的业务合作伙伴已经排除了 10 种错误的做法，达到 4C 规则的最低平均黄色的业绩评估。4C 协会提供执行 4C 单位任务的工具：一是商业伙伴图，列出所有业务伙伴与各自的生产数据和评估结果图，每组数据的 4C 行为守则达到可持续发展性；二是自我评估，在 4C 单位的业务合作伙伴绩效考核的基础上，整个 4C 组将评估总体水平；三是组织结构图，需要 4C 单位的结构图解释它是如何工作的。4C 单位填写正确的格式后，并证明组织实地核查、通过自我评估，该 4C 单位已排除了 10 种错误的做法，并达成了黄色的平均水平。

由专业的、独立的第三方公司进行 4C 验证。这些第三方公司对 ISO、指南 65 或同等认可。此外，认证机构必须具有一定的资格和标准。校验方必须具备：①检查/系统的审计工作经验；②具有咖啡行业的背景和经验；③已成功参与在 4C 验证培训；④有专职 4C 核查员名单。

4C 单位存在持续改进的问题，在入门级之后，它们都排除了 10 种错误做法，4C 单位只需要达到平均黄色业绩评估，就可获得 4C 许可证。4C 单位如果红色做法超过绿色做法，将无法销售 4C 咖啡；如果绿色做法超过红色做法，4C 单位将获得 4C 许可证并能销售 4C 标准咖啡。

验证 4C 单位的价格没有固定的，因为这些成本取决于不同的因素，如验证需要的天数、差旅费、住宿、每日津贴、旅行时间等。根据 4C 协会的经验，外部验证（审计）的平均费用约为 2800 欧元，变化主要取决于 4C 的单位的地理位置和其商业伙伴及业务合作伙伴的数量。

从独立的第三方审核通过后，一个 4C 许可证的有效期为三年。三年后重新验证核发。4C 单位必须每年进行自我评价并发送结果到 4C 秘书处。如果 4C 单位的范围被扩大，可以每年拜访 4C 单位。此外，4C 核查员可以在不同的地区进行突击随机验证访问，以确保整个系统的信誉。4C 单位和校验方商量同意 4C 验证时间，常见的做法是在验证、认证审核前提前参观种植者和企业伙伴，核查不公布名单。

八、检查和平衡环节

4C 协会是一个多方利益相关的会员、通过透明的参与决策的机构。成员在决策过程中有同样的权利。4C 协会的章程和各自的法律平等对待成员。成员是 4C 协会的机关、理事

会、执行委员会、调解委员会和技术委员会的核心要素。成员每三年举行一次大会，决定根本问题和选举理事会。理事会每年至少举行一次会议，决定战略问题、重点活动和预算。理事会还选举了执行委员会、技术委员会和调解委员会，为期三年。执行委员会每月召开一次会议，决定4C秘书处的政治和重要的业务问题。

理事会的结构有利于咖啡种植者。联合国大会是最高决策机构的协会，三年举办一次大会。参加大会的种植者有7个席位，贸易、行业和民间社会共有5个席位。烘焙许可证号或4C单位的许可证的副本、运输单据或合同，使烘焙商能够证明他们已经购买了4C标准咖啡。4C秘书处提供给其成员和公众的汇总数据（对采购量保密）。

九、标准化环节

不同的标准使咖啡种植者面临多重审核。多重审核，意味着咖啡种植者产生额外的成本，投入额外的努力。为了减轻负担，使咖啡种植者获得利益的最大化，2008年，4C协会联手雨林联盟（Rainforest Alliance），采用ISEAL和IMO为测试标准。4C协会的目标与其他机构或标准的目标相同。4C协会标志和雨林联盟认证标志如附图1所示。




(a) 4C协会标志


【对应彩图】



(b) 雨林联盟认证标志

附图1　4C协会标志和雨林联盟认证标志

由于4C行为守则是一个基本的标准，其与雨林联盟的农业可持续发展网络标准有非互惠性。这意味着，雨林联盟证书的持有人可申请无需额外费用或验证程序的4C许可证，而4C许可证持有人需要加入农业可持续发展网络，要获得雨林联盟认证的标准。标准测试意味着同时持有雨林联盟认证和4C许可证的成员完全可以访问这个新兴市场的4C标准咖啡。生产商的全部产量不是通过一个特定的方案出售，可提供更好的营销机会。标准测试和其他标准有助于减少验证成本和努力。因此，基准测试是一个里程碑，其道路是让整个行业有可持续性和明显改善种植者的生计。

十、4C标准咖啡交易

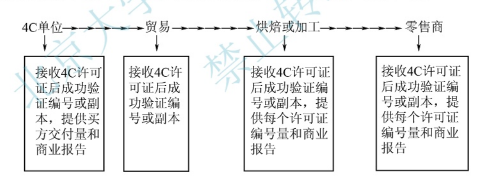
只有4C协会的会员才能交易4C标准咖啡。在供应链中的所有参与4C标准咖啡的是4C协会的成员。第一个在咖啡供应链上销售4C标准咖啡的是4C单位管理实体。管理实体

负责实现 4C 规则的行为、内部控制系统和交易的可追溯性。种植者个人被注册为业务合作伙伴的 4C 单位，而管理实体是许可证持有人。个人业务合作伙伴并不拥有许可证，不能自行销售 4C 标准咖啡到任何其他非管理实体的 4C 单位。根据规则下面的实体 4C 供应链有资格参与咖啡交易：一是生产商和超过一整箱的商品咖啡生产商的团体/机构；二是收获后处理设施；三是中级买家包括贸易商、出口商、进口商和处理器；四是最终买家包括烘烤、可溶性制造商、自有品牌的企业和零售企业的自有品牌和连锁咖啡吧；五是咖啡代理商和经纪人。4C 标准咖啡在任何时间出售给非 4C 成员时，它将失去 4C 标准咖啡的地位。因此，如果最终买家要求使用 4C 标准咖啡，所有的成员在各自的供应链必须是 4C 协会的成员，并有会员证书证明。

4C 单位在验证成功后获得 4C 许可证。4C 许可证承认一个 4C 单位努力实现了 4C 的行为守则，并确认已达到最小的“平均黄色业绩评估，证实了 4C 校验”。使用此许可证的 4C 单位可以卖咖啡，其上市业务的合作伙伴为 4C 标准其他 4C 的咖啡供应链中的成员。雨林联盟认证的 4C 成员可以无需核实申请 4C 许可证。

4C 会员证书证明任何供应链的成员和任何其他成员，如民间社会、联营公司及其他链成员，谁不直接参与生产、贸易，以及购买咖啡的成员。但 4C 许可证只发给已通过验证成功的 4C 单位，4C 单位永远属于 4C 会员。4C 会员证书并不等同 4C 许可证。会员证书颁发给 4C 协会的所有成员，而 4C 许可证是验证成功后发放给 4C 单位的执照。

4C 供应链的每一个成员，从 4C 的单位到最后的买家，需要通过许可证号沿供应链上的 4C 单位进行 4C 标准咖啡的交易。整个交易过程需要提供许可证编号或提单等运输文件和合同的副本等相关文件，其中许可证可确保追溯至 4C 单位级别（附图 2）。



附图 2　4C 咖啡可追溯链

买家应该要求他们的供应商提供 4C 的许可证副本，以确保有效的和相对应的 4C 单位。除了 4C 行为守则的可溯源性要求，4C 系统不需要任何超越 4C 标准。

一个有效的 4C 许可证可以从种植者注册为业务合作伙伴的单位销售 4C 标准咖啡。这也适用于雨林联盟认证的种植或生产者团队与雨林联盟的基准方案下获得的 4C 许可证。只要一个 4C 单位拥有一个有效的许可证就可卖 4C 标准咖啡，也可以出售来自种植注册为业务合作伙伴的结转库存量。换句话说，4C 单位可以只出售结转库存为 4C 标准咖啡，如果它有一个到位的可追溯系统确保咖啡只出自注册业务合作伙伴。请注意：4C 验证涉及的是 4C 标准咖啡的生产和加工做法，不涉及咖啡本身或产生的体积。出售非 4C 单位的农民的咖啡，即不列为商业伙伴 4C 标准咖啡是一种错误的做法，属于不道德交易，如果检验确定是这样，该许可证将被暂停使用。

4C 单位不能出售 UTZ（优质咖啡认证）或雨林联盟认证的 4C 合格咖啡，因为并不是所有的认证咖啡自动兼容 4C 标准咖啡，相反 4C 标准咖啡也不会自动兼容其他的认证咖啡。总之，咖啡只能对应卖给各自拥有认证许可证或验证方案的证书的商家。买家应该特别注意这一点，以保持供应链方面的完整性和信誉度。非 4C 会员不可以为任何供应链的成员进行 4C 标准咖啡的贸易，因为 4C 单位要求任何其他供应链的参与者（如出口商、贸易商或最终买家），在签订装运/交货日期合同时需要有效的会员证。4C 标准咖啡固然可以卖给非成员，但有此种情况将失去了 4C 标准咖啡的地位。

接收咖啡时要验证许可证的有效装运/交货日期，通过供应商提供的许可证复印件可以很容易证明购买的是 4C 标准咖啡。当采购的咖啡是来自第三方（零售商和烘焙者），而不是直接从 4C 单位购买时，为了安全起见，可以要求提供供应商会员证书的副本（4C 标准要求咖啡供应链中的所有的中介机构必须是 4C 协会的成员）。

持许可证号码或许可证的副本交易是必不可少的，因为商业报告要求 4C 成员必须遵守可追溯性。最后的买家（如速溶咖啡烘焙商、制造商和零售商），每年的咖啡年底需要提交每年 4C 标准咖啡的收购产量报告，因为其数量必须公布对应许可证号。一个健全的内部跟踪系统应该到位记录所有购买 4C 标准咖啡与当年许可证号码。注意：会员的许可证号码是不重复的。可以保留收到的所有的 4C 标准咖啡卷宗，以确保供应商的许可证号码或许可证的副本与交付的每一批 4C 标准咖啡对应。

商业报告是 4C 成员的一个关键性承诺。每年 10 月，4C 单位和最终买家收到 4C 标准咖啡、咖啡年（10 月至次年 9 月）产量报告（中介不需要填写在商业报告中）。每个咖啡年 4C 单位和最终买家始终要准备商业报告，需要注册每批 4C 标准咖啡，最后的买家需要跟踪他们的 4C 标准的咖啡。电子商务报告可以通过 4C 的在线平台查询。访问 4C 在线平台需要由 4C 秘书处提供的登录密码。

一个 4C 单位的生产潜力以独立核查员实地审核为基础，而实际生产的 4C 单位的产量可低于或高于审核的生产潜力。此外，如果它来自上市业务的合作伙伴，4C 单位可以从去年 4C 标准咖啡指标出售结转库存量，并符合特定的可追溯性的要求。实际操作中，当 4C 单位卖出比登记产量更多的 4C 标准咖啡时，4C 秘书处将交叉核查。

附录三　精 品 咖 啡

精品咖啡（Specialty Coffee）也称特种咖啡、精选咖啡。它是指由在少数极理想的地理环境下生长的具有优异味道特点的生豆制作的咖啡。美国精品咖啡协会对精品咖啡的定义是在特别气候与地理条件下培育出的独特香味的咖啡豆制作的咖啡。其实精品咖啡还没有严格的定义，原因在于定义单位是各国的精品咖啡协会，而每年的定义内容都在改变、进化。

一、精品咖啡起源与现状

精品咖啡一词最早是由美国的努森女士在《咖啡与茶》杂志上提出的。当时努森女士作为 B. C. Ireland 公司在旧金山的咖啡采购员，对于行业内忽视咖啡豆质量，甚至一些大的烘焙商在综合豆中混入大量罗巴斯塔豆的现状非常不满，所以提出了精品咖啡的概念，倡导行业质量提高。精品咖啡一词提出后其在国际咖啡会议上的使用则使它迅速传播开来。

其实按照努森女士的说法，人们一开始饮用的就是精品咖啡，只不过后来由于咖啡需求量的不断增长，新的咖啡品种的发现和使用使得咖啡品质下降，甚至后来人们渐渐厌弃这种不好喝又对身体不好的咖啡而开始转向其他的饮料。在这种情况下，努森女士重新使人们认识到精品咖啡的价值，从而兴起精品咖啡热潮，在美国出现了以星巴克为代表的追求精品咖啡的企业和店面，精品咖啡的市场也不断发展。20 世纪 90 年代，随着精品咖啡零售商和咖啡馆的迅速增多，精品咖啡成为餐饮服务行业增长最快的市场之一。现在全世界的咖啡生产国和进口国都意识到精品咖啡市场的巨大潜力，而不断地向精品咖啡生产和制作方面努力。

二、精品咖啡的判断标准

目前国际社会上并没有明确的精品咖啡判断标准，在这里对美国精品咖啡协会的标准和咖啡生产国的基本标准稍做说明。

1. 美国精品咖啡协会标准

（1）是否具有丰富的干香气（fragrance）。所谓干香气是指咖啡烘焙后或者研磨后的香气。

（2）是否具有丰富的湿香气（aroma）。湿香气是指咖啡萃取液的香气。

（3）是否具有丰富的酸度（acidity）。酸度是指咖啡的酸味，丰富的酸味和糖分结合能够增加咖啡液的甘甜味。

（4）是否具有丰富的醇厚度（body）。醇厚度是指咖啡液的浓度与重量感。

（5）是否具有丰富的余韵（aftertaste）。余韵是指咖啡的余味，根据喝下或者吐出后的风味如何作评价。

（6）是否具有丰富的滋味（flavor）。滋味是指以上腭感受咖啡液的香气与味道，了解咖啡的滋味。

（7）味道是否平衡。平衡是指咖啡各种味道之间的均衡度和结合度。

2. 生产国评价标准

（1）精品咖啡的品种。以阿拉伯种固有品种铁毕卡或者波邦品种为佳。

（2）栽培地或者农场的海拔高度、地形、气候、土壤。一般而言海拔高度高的咖啡品质较高，土壤以肥沃火山土为佳。

（3）采用的采收法和精制方式。一般而言采用人工采收法和湿法精制方式为佳。

3. 精品咖啡豆的特点

（1）精品咖啡豆必须是无瑕疵豆的优质豆子。精品咖啡豆要具有出众的风味，不是“没有坏的味道”，而是“味道特别好”。

（2）精品咖啡豆必须是优良的品种，诸如原始的波邦种、摩卡种、铁毕卡种，这些树种所生产出的咖啡豆具有独特的香气及风味，远非其他树种所能比，但是相对产量要低。近年来为追求抗病虫能力及产量提高，出现了很多改良树种，但口味和质量大打折扣，因此不能称之为精品咖啡。

（3）精品咖啡豆的生长环境也有较高要求。一般生长在海拔高度 1500m 甚至 2000m 以上，具备合适的降水、日照、气温及土壤条件。一些世界著名的咖啡豆还具有特殊的地理环境，如蓝山地区的高山云雾，科纳的午后“飞来之云”所提供的免费阴凉，安提瓜的火山灰土壤，这些为精品咖啡豆的生长提供了条件。

（4）精品咖啡豆的采收方式最好是采用人工采收的方式。即只采摘成熟的咖啡果，防止成熟度不一致的咖啡果同时采摘。因为那些未熟的和熟过头的果实都会影响咖啡味道的均衡性和稳定性，所以精品咖啡豆在收获期需要频繁细密地进行手工采摘。

（5）精品咖啡豆采用湿法精制方式。湿法精制方式可以得到杂质少的咖啡豆，但是豆子在发酵过程中容易因水质及时间不当而出现过度发酵的酸味，而干法处理的豆子也需要注意及时翻检并防止咖啡豆受到潮湿地面及杂物的污染。加工好的豆子，要及时烘干，而且烘干也要有度，一般处理好的豆子含水量在 11%～13%，烘干不足容易使豆子发霉，烘干过度容易使豆子老化影响风味。

（6）精品咖啡豆有严格的分级制度。一般生豆在处理好后以“羊皮纸咖啡豆”即带着内果皮的形式保存，出口之前才脱去内果皮。经过严格的分级过程以保证品质的均一。而且其保存运输过程中的保护相当重要，比如对于温度、湿度的控制，通风的控制，以及避免杂味吸附等，如果这些做不好，那么等级再高的豆子也会变得不再是精品。

三、精品咖啡豆与普通咖啡豆的区别

传统的咖啡是依靠剥削咖啡种植者而获得利润的，通过劣质咖啡相互拼配达到口味上的要求，精品咖啡不同于传统咖啡，精品咖啡更注重产地，更注重咖啡的种植，从源头上改善咖啡的品质，同时也更加注重咖啡种植者的待遇和境地；从事精品咖啡事业的人们相信更高的销售价格是让精品咖啡产业持续发展的必要因素，精品咖啡经营者拒绝传统咖啡行业“低价进，高价卖”的运作模式，这样的模式摧毁了咖啡种植者的积极性，导致恶性循环。精品咖啡经营者的目标是让咖啡产业链条上的每个人都能够获得自己正当的利益，使得咖啡行业可以健康发展，能够使产业的每个环节都在不断地提高自己的质量，从而获得更大的利益。精品咖啡豆与普通咖啡豆的区别见附表 1。

附表 1　精品咖啡豆与普通咖啡豆的区别

	精品咖啡豆	普通咖啡豆
生产者	清楚明确	不清楚
生豆来源	单一庄园，当季新豆，来源清晰，产品可追溯	可能来自多个地方，不同种植户或不同年份
种植方式	少而精，重视环境保护，重视种植地独特微气候对咖啡豆的影响，以提高咖啡豆的口感、香气、醇厚度和更好的酸苦平衡为目标，并备有详细的产品说明书供客户参考	大面积粗放种植，追求产量第一
加工方式	重视后制加工对咖啡豆品质和杯品表现的影响，加工过程统一、规范、精细、透明，小批量多批次加工，多品种少量生产	由农户各自加工，粗放、随性大
生豆品质	生咖啡豆无异味，杯品无杂味，无土腥味，颜色均匀，瑕疵率低	生咖啡豆状态可能有异味，瑕疵率高
烘焙难度	生咖啡豆在成熟度、含水量、豆型等方面均一度高，因此容易烘焙，节约燃料和成本	咖啡豆来源复杂，因此豆与豆之间均一度低，烘焙难度高，易产生烘焙不均匀和杂味等问题
杯品表现	口感清爽无杂味，并伴有令人印象深刻的绝佳风味，是让饮用者真正感到好喝而且满意的咖啡	口味呆板平淡，或尖酸咬口或焦苦难咽，令人不愉快的余韵留在口中久久不能散去
安全健康	种植过程无大量使用农药情况，后期加工及时，经多次分级、筛选剔除发霉豆、发酵豆等影响健康的瑕疵豆，保证饮用安全	很多小农户因规模有限和人手不足等问题，导致加工不及时、堆放地被污染等问题，带来许多饮用安全隐患
稳定性	由于种植者、豆源、加工方式的稳定，保证了咖啡豆品质的长期稳定，对环境的保护保证了优质咖啡豆的可持续供应	由于存在诸多不确定因素，因此经常发生这批好，下批差；样品很好，交货的却很差等问题。严重影响采购者的经营稳定性和信誉
评价标准	除正常的物理分级方式（筛网、瑕疵率、海拔高度等），还必须以杯品表现来确定品级	根据各国情况，采用筛网、筛网＋瑕疵率或海拔高度来划分等级，对咖啡豆是否有杂味不做认定
永续经营	精品咖啡的一大特点，通过对环境的保护建立永续发展农业；通过对客户及客户的客户负责，建立更加持久的合作关系	无考虑
购买渠道	种植园→自家烘焙咖啡馆/小型烘焙厂→消费者	种植者→出口商→经销商→中间商→大型烘焙厂→分销商→咖啡馆→消费者
主要用途	单品咖啡、Espresso 意式浓缩咖啡	速溶咖啡、各种咖啡提取物、各种咖啡产品
性价比	良好品质，合理价格，追求更高性价比	低质低价，比拼价格，恶性循环



四、精品咖啡——饮用咖啡

1. 精品咖啡由精品咖啡豆制作

如果制作咖啡的豆子不是精品咖啡豆，制作出的咖啡液不能称为精品咖啡。

2. 精品咖啡是新鲜的咖啡

不管是食品还是饮料当然是越新鲜越好，精品咖啡也是如此。精品咖啡制作前应保持咖啡豆的新鲜，包括烘焙豆的保存，在制作之前才将咖啡豆磨成粉，这也是要保留其最原始、最好的风味。而手泡咖啡制作方式就是这样一种制作精品咖啡的方式，也是最能保留咖啡原来风味的咖啡制作方式之一。

3. 精品咖啡是好咖啡，对健康无害

不同于用劣质咖啡豆制作的咖啡，精品咖啡采用优质咖啡豆，新鲜制作咖啡，适量饮用有益身心。

4. 精品咖啡有丰富美好的味觉感受

即使采用精品咖啡豆制作的咖啡也不都是精品咖啡，这要看它是不是充分发挥了精品咖啡豆的特色，是不是具有美好的味觉感受，如果没有，那也不能称为精品咖啡。

五、精品咖啡的发展趋势

只要是美味的咖啡，咖啡消费国就愿意花高价购买；只要提供美味咖啡，消费者就不会离弃咖啡，市场也就会得以增长。“以精品咖啡为代表的高品质咖啡是笔大生意”，咖啡生产国和消费国都发现了这个简单的事实。

近年来咖啡生产国不再一味地追求高产量而忽视质量，许多国家引进新的咖啡评价制度，为的就是调动生产者的积极性，推动精品咖啡的生产。而且精品咖啡已成为餐饮服务行业增长最快的市场之一，未来精品咖啡市场肯定会越来越壮大。

参 考 文 献

鲍晓华，2001. 风味咖啡的研制 [J]. 农牧产品开发(5)：18－19.

蔡东宏，1998. 世界咖啡生产、消费与贸易 [J]. 世界农业(7)：24－26.

蔡瑞玲，2003. 植物蛋白咖啡饮料的研制与风味特征分析 [D]. 天津：天津科技大学.

蔡瑞玲，韩英素，赵晋府，等，2003. 焙炒条件对咖啡风味影响的研究 [J]. 饮料工业(6)：32－37.

蔡瑞玲，赵晋府，王志华，等，2004. 咖啡豆乳饮料的工艺技术研究 [J]. 食品研究与开发(1)：84－87.

蔡云升，毛上君，1990. 咖啡伴侣 [J]. 食品工业(6)：22－24.

蔡云升，张顾仁，1993. 咖啡伴侣的研制 [J]. 食品工业(1)：20－23.

陈建江，1998. 亦谈速溶咖啡的加工 [J]. 热带作物科技(4)：11－13.

陈文学，屈丙华，何小平，等，1999. 咖啡花生奶的研制 [J]. 热带农业科学(6)：31－35.

陈祎平，洪灿立，林小珍，等，1995. 咖啡残渣综合利用的研究（Ⅰ）：从咖啡渣中提取咖啡油 [J]. 海南大学学报自然科学版，13（1）：9－12.

陈祎平，黄广民，罗田，2003. 咖啡渣提取物抗氧化作用的研究 [J]. 中国粮油学报，18（4）：73－75，79.

陈祎平，黄广民，钟冬柳，2003. 咖啡油的提取及稳定性研究 [J]. 食品科学，24（12）：60－62.

陈祎平，林昭华，梁振益，等，2005. 咖啡渣油脂的提取及其脂肪酸组成研究 [J]. 食品科技(12)：84－86.

陈治华，2014. 小粒种咖啡初加工与设备 [M]. 昆明：云南大学出版社.

陈中，芮汉明，1998. 软饮料生产工艺学 [M]. 广州：华南理工大学出版社.

崔建云，2007. 食品机械 [M]. 北京：化学工业出版社.

杜华波，2007. 云南咖啡产业可持续发展探讨 [J]. 中国热带农业(5)：15－17.

方卫山，牛宪伟，霍星光，等，2009. 云南小粒种咖啡豆精制加工工艺 [J]. 农产品加工·学刊(10)：116－118.

符伟扬，2000. 冻干技术在速溶咖啡生产中的应用 [J]. 包装与食品机械，18（4）：19－21.

高碧华，2007. 咖啡杯品方法 [J]. 中外食品(12)：36－38.

高碧华，2008. 咖啡香味的感官评估 [J]. 中外食品(2)：48－52.

顾红惠，杨开正，2010. 小粒咖啡生豆加工与贮存 [J]. 云南农业科技(2)：58－60.

关苑，王忠德，施水祥，1994. 龙珠咖啡奶的研究和生产 [J]. 食品工业科技(4)：39－42.

郭亚钢，杨显明，袁素蓉，等，1996. 几种咖啡初加工方法的比较 [J]. 云南热作科技，19(3)：27－28.

何红艳，文志华，李国鹏，2008. 咖啡采后处理及初加工技术 [J]. 广东农业科学(12)：119－120.

胡国伟，舒志成，肖林平，2008. 喷淋滴滤法咖啡提取工艺的研究 [J]. 食品科技(11)：74－76.

黄广民，陈伟平，2002a. 咖啡渣水解制取 D-甘露糖中间歇水解和连续水解工艺的比较 [J]. 食品科学(8)：142－144.

黄广民，陈伟平，2002b. 酸水解法从咖啡渣中制取 D-甘露糖工艺研究 [J]. 广西轻工业(1)：19－21.

黄家雄，2009. 小粒咖啡标准化生产技术 [M]. 北京：金盾出版社.

江洪波，陈永法，2006. 咖啡豆奶的研究 [J]. 农产品加工·学刊(2)：71－74.

蒋馥安，2002. 经典咖啡 [M]. 沈阳：辽宁科学技术出版社.

黎星辉，2003. 埃塞俄比亚咖啡生产的历史、现状及前景 [J]. 福建茶叶(1)：97－98.

李蓓，赵强忠，蒋灿明，2008. 液态植脂咖啡伴侣的稳定性研究 [J]. 现代食品科技，24(3)：259－261.

李国鹏，何红艳，罗心平，等，2009. 咖啡营养特性及营养诊断研究进展 [J]. 中国农学通报，25(1)：248－250.

李胜，1998. 咖啡加工技术浅论 [J]. 热带作物研究(2)：43－47.

李云川，1996a. 袋泡咖啡的研制和加工技术 [J]. 食品科学(8)：42－44.

李云川，1996b. 浅谈咖啡的品尝技术 [J]. 食品工业(5)：41.

李云川，1998. 咖啡浓缩液的加工技术 [J]. 食品工业(2)：35－36.

李整民，1995. 电子颜色分选机及其在咖啡加工中的应用 [J]. 热带作物机械化(2)：23－25.
利美莲，梁志海，潘晓畅，1989. 利用咖啡果皮酿酒初报 [J]. 热带作物学报，10(1)：119－122.
利美莲，钟秋平，1994. 不同气温条件下咖啡酒酿制的工艺研究 [J]. 食品工业(6)：28－30.
刘明辉，1994. 咖啡品尝技术及提高咖啡质量的措施 [J]. 云南热作科技，17(1)：34－38.
刘晓杰，2004. 食品加工机械与设备 [M]. 北京：高等教育出版社.
龙乙明，王剑文，1998. 小粒种咖啡栽培技术 [M]. 昆明：云南科技出版社.
罗云波，蔡同一，2001. 园艺产品贮藏加工学 [M]. 北京：中国农业大学出版社.
牛宪伟，方卫山，霍星光，等，2009. 6KT－1.0 型咖啡豆脱壳抛光机加工试验 [J]. 包装与食品机械(5)：13－16.
潘文洁，黄晓东，张玲，2008. 咖啡渣提取物抗氧化性及其协同效应的研究 [J]. 食品工业科技(11)：130－132.
彭永成，1980. 速溶咖啡 [J]. 食品工业科技(3)：18－22.
邱毅，1995. 咖啡奶的生产工艺 [J]. 软饮料工业(1)：40－41.
任文明，刘雪峰，吉日木图，等，2006. 咖啡杏仁乳的加工工艺及稳定性研究 [J]. 食品科技(10)：188－191.
沈彪，宋美云，2000. 改善速溶咖啡质量的方法 [J]. 中国食品(8)：34.
宋美云，2002. 速溶咖啡生产控制和质量改善的研究 [J]. 食品加工(7)：87－88.
宋照军，1996. 咖啡酸奶的研制 [J]. 食品科学(6)：72－73.
孙中亮，陈伟平，黄广民，等，1999. 咖啡残渣水解制取 D-甘露糖的工艺初探 [J]. 食品科学(12)：30－32.
田口护，2009. 咖啡品鉴大全 [M]. 书锦缘，译. 沈阳：辽宁科学技术出版社.
王国杰，胡翠香，郭晓飞，等，1997. 杏仁咖啡饮料的研制 [J]. 软饮料工业(4)：49－50.
王金豹，2011. 咖啡图鉴：咖啡全程学习指南 [M]. 北京：化学工业出版社.
王欣，2007. 咖啡大全 [M]. 哈尔滨：哈尔滨出版社.
王燕，金阳海，刘绍，等，2003. 绿豆咖啡复合饮料的研制 [J]. 食品机械(1)：45－46.
闻闻，炫宇，2007. 咖啡拉花：咖啡与牛奶的完美邂逅 [J]. 中外食品(4)：22－25.
吴涤非，1996. 湿法加工咖啡豆的干燥过程与干燥设备 [J]. 热带作物机械化(1)：6－10.
小巧，2007. 咖啡豆的选择与烘焙 [J]. 中国食品(13)：51.
辛巴克小课堂，2007. 辛巴克烘焙法 [J]. 中外食品(10)：26－27.
徐春城，玉柱，张建国，2009. 咖啡渣发酵 TMR 饲料的发酵品质及营养价值 [C]. 中国草学会饲料生产委员会第 15 次饲草生产学术研讨会论文集(5)：363－369.
徐桂花，关海宁，2006. 枸杞奶咖啡复合饮料的研制 [J]. 实验报告与理论研究(12)：7－9.
徐桂花，徐惠娟，2006. 枸杞咖啡复合饮料的研制 [J]. 农业科学研究(1)：28－29.
徐文静，2002. 无公害小粒种咖啡豆初加工技术和分级标准 [J]. 云南农业(11)：23－24.
徐文通，2005. 食品工程原理 [M]. 北京：高等教育出版社.
阎进富，1992. 饮料学 [M]. 北京：经济日报出版社.
易超然，卫中庆，2005. 咖啡因的药理作用和应用 [J]. 医学研究生学报，18(3)：270－272.
易能，姜发堂，1998. 咖啡液体饮料 [J]. 饮料工业(3)：41－42.
应景，1996. 咖啡碳酸饮料的制法 [J]. 食品工业(2)：35.
于丽萍，2000. 罐装咖啡的新包装 [J]. 湖南包装(3)：35.
张狂，2006. 恋恋咖啡情浓 [M]. 北京：当代世界出版社.
赵云财，滕波，李娜，等，2004. 咖啡酒的生产 [J]. 酿酒(5)：99－100.
钟秋平，周文化，李斌，等，2004. 壳聚糖对咖啡酒的澄清作用研究 [J]. 食品与发酵工业(9)：140－141.
ANANDA R P，等，1987. 咖啡浆果的副产品及其合理利用 [J]. 李爱英，译. 世界热带农业信息(6)：29－31.
MADASAMY M，王金丽，邓干然，2001. 咖啡脱胶洗涤机的性能试验 [J]. 热带农业工程(3)：35－39.
RAJASEKHAR T，等，1984. 咖啡副产品利用的研究 [J]. 林斌，译. 世界热带农业信息(6)：38－40.
THORN J，2000. 咖啡鉴赏手册 [M]. 杨树，译. 上海：上海科学技术出版社.